Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Liliaceen, Haemodoraceen, Hypoxidoideen und Velloziaceen.

Arbeit aus dem Laboratorium des Kgl. Botanischen Gartens und Museums zu Berlin.

Von

Rudolf Schulze.

Mit Tafel VII und VIII.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit wurde unternommen, um festzustellen, inwieweit die Anatomie der *Liliaceae* Anhaltspunkte für die systematische Anordnung der Gattungen und Gruppen dieser Familie zu liefern vermöchte.

Eine von Engler zwecks der Bearbeitung der *Liliaceae* in den »Natürlichen Pflanzenfamilien« vorgenommene anatomische Untersuchung hatte allerdings bereits das Ergebnis zu Tage gefördert, dass eine Gruppierung der *Liliaceae* auf anatomischer Grundlage nicht möglich sei; immerhin erschien es aber nicht ausgeschlossen, dass bei der Untersuchung einer größeren Zahl von Gattungen und Arten sich doch noch im anatomischen Baue einige verwandtschaftliche Beziehungen erkennen lassen würden, eine Hoffnung, die in der That mehrfach ihre Bestätigung gefunden hat. Im großen und ganzen aber haben die nachfolgenden Untersuchungen doch nur eine Bestätigung des Befundes von Engler ergeben.

Die geographische Verbreitung der *Liliaceae* ist bekanntlich die denkbar weiteste; es giebt mit Ausnahme der Polargegenden kein einziges Florengebiet, in welches sie keine Vertreter entsendeten. Eine äußerst große Verschiedenheit herrscht auch bezüglich des Standortes, und diese letztere im Verein mit der Verschiedenheit des Klimas ist es besonders, welche sich im anatomischen Aufbau mehr oder minder deutlich widerspiegelt. Im übrigen aber werden die *Liliaceae* von einer so großen Gleichförmigkeit beherrscht, dass eine durchgreifende Einteilung auf anatomischer Grundlage schlechterdings unmöglich erscheint, zumal häufig in systematisch zweifellos

ganz fern stehenden Gruppen, welche ihre Vegetationsorgane übereinstimmend ausbilden, auch eine auffallende Ähnlichkeit im anatomischen Baue wahrgenommen wurde.

Im Verlaufe der Arbeit stellte es sich als wünschenswert heraus, die Untersuchungen auch auf die verwandten Familien der *Haemodoraceae*, *Vellóziaceae* und einen Teil der *Amaryllidaceae* auszudehnen, und hier scheint mir in der That die vergleichende Anatomie imstande zu sein, einige systematische Beziehungen zwischen den einzelnen Gruppen aufzudecken.

Noch vor dem Beginn des Druckes sind zwei diesbezügliche Arbeiten erschienen, eine von Scharf (*Hypoxideae* etc.) und eine zweite von E. Warming's Meisterhand über die *Velloziaceae*. Ich werde mehrfach Gelegenheit haben, auf diese beiden Arbeiten zurückzukommen.

Die folgende Darstellung gliedert sich in zwei Teile. Im ersten beabsichtige ich, einen Überblick über die bei den *Liliaceae* etc. vorkommenden anatomischen Verhältnisse zu geben, wobei zugleich die Eigenschaften der xerophilen Vertreter der oben genannten Familien ihre Erwähnung finden sollen. Im zweiten Teile dagegen werde ich versuchen, die einzelnen Unterfamilien und Gruppen, soweit dies möglich ist, anatomisch zu characterisieren, und zwar werde ich mich an die in den »Natürlichen Pflanzenfamilien« von Engler und Pax gegebene und sich den anatomischen Verhältnissen am besten anschließende Einteilung halten und die Einteilungen der früheren Systematiker nur da erwähnen, wo dies die Anatomie wünschenswert erscheinen lässt. Bei der Besprechung jeder Gruppe werde ich auf die verwandtschaftlichen Beziehungen hinweisen, welche sich auf Grund des anatomischen Befundes zu erkennen geben.

Es liegt in der Natur der Sache, dass einzelne Thatsachen ebensogut im ersten wie im zweiten Teile ihre Stelle hätten finden können. Um Wiederholungen zu vermeiden, werde ich alsdann nur auf die betreffenden Stellen meiner Arbeit verweisen.

Die Untersuchungen zu der vorstehenden Arbeit wurden auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. A. Engler, Director des Kgl. Botanischen Gartens und Museums in dem von ihm errichteten Laboratorium während des Winters 1891/92 und des darauf folgenden Sommerhalbjahrs ausgeführt. Ich erfülle eine angenehme Pflicht, wenn ich auch an dieser Stelle diesem meinem hochverehrten Lehrer meinen tiefgefühltesten Dank für seine Anregung und seine in liebenswürdigster Weise gegebenen Ratschläge ausspreche. — Außerdem fühle ich mich zu Danke verpflichtet: Herrn Prof. Dr. F. Pax in Breslau, Herrn Prof. Dr. F. Niedenzu in Braunsberg, Herrn Privatdozenten Dr. O. Warburg und last not least Herrn Dr. E. Gilg, welcher mir in zweifelhaften Fällen in zuvorkommendster und freundlichster Weise seinen Rat erteilte. Endlich sage ich auch noch Herrn Prof. Dr. E. Warming in Kopenhagen für die auf meine Bitte erfolgte Übersendung seiner kürzlich erschienenen Arbeit meinen verbindlichsten Dank.

Allgemeiner Teil.

I. Hautsystem.

A. Epidermis.

In Organen von rundlichem Querschnitt ist die Epidermis, wie dies auch nicht anders zu erwarten, allseitig gleichmäßig ausgebildet, wogegen wir in flachen Organen allermeist einen Gegensatz zwischen Ober- und Unterseite in der Ausbildung der Epidermis erkennen können. Bei denjenigen Blättern von flachem Querschnitt, deren Blattspreiten senkrecht zum Erdboden stehen (z. B. den reitenden, schwertförmigen Blättern der *Haemodoraceae*, einiger *Melanthioideae* und *Conostylideae*) fällt natürlich dieser Gegensatz fort, da beide Flächen des Blattes gleich starker Besonnung ausgesetzt sind.

Die Epidermis hat bekanntlich einmal gewissen mechanischen Anforderungen zu genügen, und zweitens als peripherischer Wassergewebsmantel zu dienen. Je nachdem die eine oder die andere Function zur Hauptfunction wird, wird auch der anatomische Bau der Epidermis ein anderer.

So sehen wir bei vielen, namentlich xerophilen Vertretern der untersuchten Familien einen größeren Teil der Epidermiszellen mechanische Functionen verrichten (z. B. *Aphyllanthes*, zahlreiche australische *Asphodeloideae*, *Conostylideae* u. s. w.), einen geringeren, zartwandigen Teil der Epidermiszellen als wasserspeicherndes Gewebe fungieren. Im Einklange mit dieser letzteren Function steht es auch, dass die Epidermiszellen der Blattoberseite häufig eine bedeutendere Höhe aufweisen als die der Unterseite, während zugleich ihre Wandungen zart bleiben. (*Pauridia hypoxidioides* Harv.; *Hemerocallis flava* L., *Aletris japonica* Lamb., *Disporum calcaratum* Dcne., ganz besonders schön endlich bei *Bomarea Moritziana Kl.* und bei *Hypoxis stellipilis* Ker.) Bisweilen (*Vellozia brevifolia* Seub.) wird die Epidermis in ihrer wasserspeichernden Function auch noch dadurch unterstützt, dass die Epidermiszellen mit keulenförmigen zartwandigen Ausstülpungen versehen sind[1]. — Zellformen: Die Zellen der Epidermis sind im Blatt und Stamm der untersuchten Pflanzen in den meisten Fällen in der Längsrichtung des betreffenden Organes gestreckt.

Sehr häufig lässt sich beobachten, dass die Streckung eine stärkere über und unter den Nerven ist, als in den benachbarten Teilen, und dass die Streckung auf der Oberseite eine etwas größere ist als auf der Unterseite, endlich lässt sich in den meisten Fällen, in denen die Spaltöffnungen auf bestimmte Streifen der Blattoberfläche beschränkt sind, die Wahrnehmung machen, dass in diesen Streifen die Epidermiszellen nicht nach

1) Ähnliche Einrichtungen hat VOLKENS für einige Pflanzen der ägyptisch-arabischen Wüste beschrieben.

einer bestimmten Richtung gestreckt sind, während sie in den benachbarten, spaltöffnungsfreien Streifen längs gestreckt sind (*Alania Endlicheri Kth.* u. a.).

Nicht nach einer bestimmten Richtung gestreckt sind die Epidermiszellen der Blätter verschiedener *Astelia*-Arten, sowie die Zellen der unterseitigen Blattepidermis von *Paris* und Verwandten; im ganzen ist dies aber der seltenere Fall.

Eine Streckung senkrecht zur Längsrichtung des Blattes habe ich nur an den Epidermiszellen der Unterseite bei *Philesia buxifolia* Lam. gefunden, wogegen die Epidermiszellen der Blattoberseite unregelmäßig polygonal sind.

Nicht selten sind die Epidermiszellen kuppelförmig nach außen vorgewölbt, wodurch einerseits die Epidermiszellen ein größeres Volumen erhalten, und andrerseits auch die Spaltöffnungen eine geschütztere Lage einnehmen. Aus der Untersuchung einer größeren Anzahl Exemplare der Arten von *Enargea* von verschiedenen Gegenden — und wahrscheinlich auch Standortsverhältnissen — ging aber hervor, dass die Stärke dieser Vorwölbung durchaus nicht constant für die Art ist.

Einen ähnlichen Bau besitzen die Epidermiszellen auf der physiologischen (nicht morphologischen) Blattunterseite von *Curculigo recurvata* Dryander.

Eine jedenfalls secundäre Fächerung der längsgestreckten Epidermiszellen durch quer gestellte zarte Radialwände giebt De Bary für *Dracaena Draco* L. an. Außer bei dieser Pflanze habe ich eine derartige Fächerung noch gefunden bei: *Sanseviera cylindrica* Bojer, *Ophiopogon japonicus* (L. f.) Ker. *Liriope graminifolia* (L.) Bak. und *Asparagus Sprengeri* Regel. Da ich von *Liriope* sowohl Exemplare untersuchte, bei denen sich fast in jeder Epidermiszelle mehrere Querwände vorfanden, andrerseits aber auch solche fand, bei denen die Fächerung nur ganz selten in einzelnen Zellen oder auch gar nicht auftrat, so scheint diese Fächerung erst relativ spät zu erfolgen. Der Unterschied in der Dicke zwischen den primären und den secundären Radialwänden ist besonders augenfällig bei *Asparagus Sprengeri* Regel.

Die Wandungen der Epidermiszellen sind in sehr verschieden hohem Grade verdickt. Sämtliche Wandungen bleiben z. B. unverdickt bei *Curculigo recurvata* Dryander, bei Arten von *Hypoxis*, bei vielen *Parideae* etc., ferner bei der unterseitigen Epidermis der mit Rillen versehenen *Velloziaceae*-Arten. Die Epidermiszellen über den Bastrippen dienen als Durchlassstellen und sind deshalb dünnwandig in der Stammepidermis von *Xerotes laxa* R. Br., dagegen verdicken die über den Bastrippen liegenden Epidermiszellen ihre Wandungen und dienen so zur Verstärkung der Rippen bei den Blättern von *Nolina microcarpa* Wats. und *Blancoa canescens* Lindl. Sehr auffällig ist der Bau der Epidermiszellen von *Asparagus laevissimus* Steud. und *Asparagus acutifolius* L. (vgl. Fig. 13 und 14). Sämtliche Wandungen sind verdickt und nur schmale, schräggestellte, kürzere oder

längere Stellen bleiben unverdickt. In diesem Falle sind die Poren in den Außenwänden wohl **nicht** auf Spannungen während des Wachstums der Zellen zurückzuführen, ebensowenig bei verschiedenen *Herrerioideae*, *Smilacoideae, Enargeoideae* und *Asparageae*, bei denen sich die großen ovalen Tüpfel auch über die Außenwandungen erstrecken, ohne dass zu gleicher Zeit die Radialwände gewellt wären.

Mit stark verdickten Wandungen sind auch die Epidermiszellen zum Teil versehen bei *Lanaria plumosa* Mund & Maire und bei *Blancoa canescens* Lindl.

Eine Reihe weiterer Beispiele für weitgehende Verdickung der Wandungen der Epidermiszellen findet man in der Arbeit von K. Schmidt. In all diesen Fällen bleiben jedoch, worauf ich später noch zurückkommen werde, die Nebenzellen der Spaltöffnungen von der Verdickung ausgeschlossen.

Die Außenwände sind im allgemeinen dicker als die übrigen Wandungen der Epidermiszellen. Namentlich bei Bewohnern trockner Standorte treten bisweilen immense Verdickungen auf, so bei *Barbacenia Alexandrinae* R. Schomb. auf der Blattoberseite. Es ist klar, dass durch eine derartige Verdickung einerseits der mechanische Schutz durch die Epidermis wesentlich erhöht, und andrerseits die Transpiration beträchtlich herabgesetzt wird. Noch besser wird der letztere Zweck dadurch erreicht, dass die Cuticularschichten (z. B. *Aloë* spec., *Philesia*, *Laxmannia brachyphylla* F. v. M.) eine größere Ausdehnung gewinnen.

Die Cuticula ist nicht gerade häufig ganz glatt, sondern hat meist ein von zahllosen winzigen rundlichen Erhebungen herrührendes gekörneltes Aussehen, so besonders bei vielen *Asphodeloideae*, bei *Bomarea linifolia* Bak. u. a. Durch diese Körnelung wird auch das graugrüne Äußere vieler Liliaceenblätter bedingt.

Eine nicht minder häufige Eigentümlichkeit der Cuticula ist ihr Einspringen über den Radialwandungen der Zellen, wie dies Fig. 12 von *Stawellia dimorphantha* F. v. M. darstellt. Eine von zahlreichen kleinen Fältchen der Cuticula herrührende Streifung derselben findet sich bei Arten von *Allium*, *Veratrum*, *Hyacinthus* u. a. Dieselbe folgt stets der Längserstreckung der Epidermiszellen, liegt also bei *Philesia buxifolia* Lam., wo sie ebenfalls auftritt, senkrecht zum Hauptnerven. Die feine Netzzeichnung der Epidermiszellen von *Danaë racemosa* (L.) Mönch beruht ebenfalls auf Faltungen der Cuticula.

Das Einspringen der mächtig entwickelten Cuticularschichten, welches Haberlandt und De Bary für *Aloë* spec. angeben, lässt sich bei einer ganzen Reihe anderer *Liliaceae* in gleicher Weise beobachten; ich führe hier nur als Beispiele *Laxmannia brachyphylla* F. v. M., *Philesia buxifolia* Lam., *Blandfordia grandiflora* R. Br. an.

Zweifellos wirkt die starke Ausbildung der Cuticularschichten, wie ich

schon oben angedeutet habe, in erster Linie schützend gegen zu starke Transpiration, und bei der den Unbilden westaustralischer Dürren ausgesetzten *Laxm. brachyphylla* ist die Notwendigkeit einer derartigen Schutzeinrichtung auch leicht verständlich.

Dagegen tritt der Nutzen gedachter Einrichtung bei den beiden andern *Liliaceae* hauptsächlich wohl an Tagen in Thätigkeit, an denen der Boden gefroren, also die Pflanze der Wasserzufuhr beraubt ist. Da beide Pflanzen einem ausgesprochen maritimen Klima angehören[1]), und ausdauernde Blätter besitzen, so erscheint mir jene Deutung immer noch wahrscheinlicher als die Annahme, dass sie mit bedeutender Trockenheit der Luft zu kämpfen hätten, oder dass der Boden zu Zeiten an den Stellen, wo sie wachsen, austrocknete. Am allerwenigsten zulässig ist die letztere Annahme für *Philesia*, welche Feuerland und den Westabhang der südlichsten Cordilleren bewohnt. Da in diesen Gegenden westliche, feuchte Seewinde vorherrschen, welche sich an den Gebirgen niederschlagen, so ist gerade am Westabhange die Niederschlagsmenge eine ganz bedeutende; zudem verteilt sie sich über das ganze Jahr ziemlich gleichmäßig. Hinzugefügt sei noch, dass in dem Verbreitungsbezirke von *Philesia* die Temperatur des kältesten Monats (Juli) nur wenig über dem Gefrierpunkte liegt (0,44^{0}) und dass die Temperatur bis auf — 9^{0} fallen kann. (Auch *Blandfordia* ist gelegentlich ähnlichen Temperaturen (— 5^{0} bis — 6^{0}) ausgesetzt.) Bei einer Anzahl xerophiler Vertreter (cf. auch De Bary und Schmidt) findet sich den Außenwänden eine Unzahl kleiner Kryställchen von Calciumoxalat eingelagert (*Sanseviera* spec., *Dracaena* spec.), womit zweifellos der Zweck der möglichster Herabsetzung der Transpiration noch besser erreicht wird.

Nicht selten weisen die Außenwände, wenn sie verdickt sind, größere unregelmäßige Erhöhungen (*Phormium tenax* Forst.) auf, oder es finden sich auch wohl rundliche, in einer Längsreihe angeordnete Höcker (*Stawellia dimorphantha* F. v. M.).

Die Stärke der Radialwände giebt einen bequemen Maßstab zur Beurteilung der Function der Epidermis: Je kräftiger die Verdickung der Radialwände, desto mehr tritt die mechanische Leistung der Epidermis in den Vordergrund gegenüber ihrer Function als peripherischer Wassergewebsmantel.

Beträchtlich verdickt sind z. B. die Radialwände der Epidermiszellen von *Laxmannia brachyphylla* F. v. M., von *Arnocrinum Preissii* Lehm. und *Conostylis Melanopogon* Endl., dagegen bleiben sie zart bei den *Allioideae* und *Lilioideae*, bei denen nur die Tangentialwandungen der Epidermis-

---

1) Für *Philesia* giebt Dr. Naumann an: Tuesday Bay (Feuerland). In Buchenwäldern (zuweilen auch an den Stämmen wurzelnd) oder mit anderem Gesträuch an Abhängen.

Blandfordia bewohnt nach Hooker hoch gelegene Torfsümpfe. — Ein zeitweiliges Austrocknen derselben halte ich in dem tasmanischen Klima nicht recht für wahrscheinlich.

;ellen verdickt sind, bei vielen *Melanthioideae, Haemodoraceae* u. a. Bekannt ist die keilförmig nach innen zulaufende Verdickung der Radialwände von *Aloë* spec., welche dahin gedeutet wurde, dass der untere zarte Teil der Wandungen den Wasserverkehr zwischen den einzelnen Zellen vermittelte, während der obere verdickte Teil beim Zusammensinken der Epidermiszellen infolge Wasserverlustes als Arretiervorrichtung wirkte. Ganz derselbe Bau findet sich bei *Sanseviera zeylanica* Willd., *S. guineensis* Willd., *Herreria interrupta* Griseb., *Dracaena Cinnabari* Balf. f.

Nicht selten finden sich auf den Radialwandungen, welche schon etwas verdickt sind, Poren in wechselnder Zahl und Größe. (*Enargeoideae*, *Herrerioideae*, *Smilacoideae* u. a.) Wo eine Wellung der Radialwände eintritt (viele *Parideae*, Arten von *Disporum* und *Smilax*, *Lilium Martagon* L. u. a.), ist sie meist stärker auf der Unter- als auf der Oberseite, das Gegenteil ist nur bei *Smilax glycyphylla* Sm. der Fall.

Einige Fälle, in denen sich die Epidermiszellen dachziegelig übereinander schieben, so dass sich die Radialwände schräg einstellen, hat Schmidt a. a. O. beschrieben und zugleich den Nutzen dieser Einrichtung erläutert.

Wo eine Verdickung der Innenwandungen der Epidermiszellen eintritt, müssen zur Ermöglichung des Säfteverkehrs mit dem darunter liegenden Gewebe Poren ausgebildet werden (*Arnocrinum Preissii* Lehm., *Laxmannia brachyphylla* F. v. M. u. a.). Die Innenwandungen der Epidermis und die Außenwandungen der darunter liegenden Zellschicht sind verdickt bei *Chlorogalum pomeridianum* Kth. und besitzen hier collenchymatischen Glanz.

In ihrem Bestreben die Transpiration herabzusetzen wird die Epidermis häufig durch — soweit ich beobachtet habe, stets körnige — Wachsüberzüge unterstützt. Derartige Überzüge finden sich bei sehr vielen *Lilioideae, Allioideae, Asphodeloideae*, namentlich an den jüngeren Blättern, ebenso kommen sie an verschiedenen Vertretern der anderen Unterfamilien vor, ohne indess die gleiche Häufigkeit zu erlangen.

Ein brauner, anscheinend gerbstofflicher Inhalt fand sich in einzelnen Zellen der Stammepidermis von *Arnocrinum Preissii* Lehm. vor; ein dunkel schwarzgrüner, ebenfalls nicht näher bestimmbarer Inhalt bei *Anigosanthus fuliginosus* Hook. und *Baxteria australis* Hook.

Kurz stäbchenförmige, in HCl. ohne Aufbrausen sich langsam lösende und vielleicht aus Calciumoxalat bestehende Körperchen kommen in großer Anzahl in den Epidermiszellen von *Curculigo recurvata* Dryand. vor; Chlorophyll habe ich dagegen niemals gefunden. — Eine Verstärkung der Epidermis kann in doppelter Beziehung eintreten, einmal können ihre mechanischen Leistungen durch darunter liegende Zelllagen erhöht werden, oder aber die letzteren unterstützen die Epidermis in ihrer Function als peripherischer Wassergewebsmantel. Das erstere ist z. B. der Fall bei den Arten von *Ophiopogon,* bei *Liriope* und *Peliosanthes.* Bei diesen finden wir

in den Blättern ober- und unterhalb der Bündel 2—3 Schichten unter de Epidermis, deren Wandungen beträchtlich verdickt sind und eine eigen tümliche hellgraue Farbe besitzen. Diese Zellen wurden bereits von D Bary und nach ihm von Schmidt beschrieben, ich füge nur noch hinzu, das sie prosenchymatisch und durch zarte Querwände gefächert sind und das sie längsgestellte, schlitzförmige Poren besitzen. Am Rande des Blattes wo die mechanischen Ansprüche an das Blatt sich steigern, verläuft ei Strang von ebensolchen Zellen, deren Wände bisweilen bis zum fast völ ligen Verschwinden des Lumens verdickt sind. Ähnliche Hypodermstreife finden sich auch im Stengel der Arten von *Ophiopogon* und *Liriope*.

Bei *Peliosanthes courtallensis* Wight und *Pel. macrophylla* Wallich da gegen finden wir im Stengel einen aus mehreren (bis 9) Schichten bestehen den Hypodermmantel, welcher sogar einen weiteren mechanischen Ring mantel innerhalb des Rindenparenchyms, wie wir ihn bei den *Liliaceae* zu finden gewohnt sind, überflüssig zu machen scheint. Es hätte dieser Fal also eigentlich besser schon bei den Festigkeitseinrichtungen für den Auf bau der *Liliaceae* Erwähnung finden sollen als hier bei dem Hautsystem Dasselbe ist auch der Fall mit dem subepidermalen Bast, den wir bei ver schiedenen Blättern antreffen, z. B. bei *Alania Endlicheri* Kth. und *Bory nitida* Labill., indess möchte ich doch schon an dieser Stelle darauf ver weisen, da mir eine nicht unwesentliche Nebenfunction jener Bastmasse in der Herabsetzung der Transpiration zu bestehen scheint. Zur Verstär kung der Epidermis wird die subepidermale Zellschicht ebenfalls heran gezogen bei *Baxteria australis* Hook.; da ich aber diese Verhältnisse i Fig. 7—10 abgebildet habe, glaube ich einer weiteren Beschreibung der selben überhoben zu sein und bemerke nur noch, dass im untersten Teil des Blattes das Hypoderm der Blattoberseite insofern seinen Charakte ändert, als sich hier direct unter der Epidermis mehrere Schichten Bas finden, welche man auch besser zum mechanischen System des Blatte rechnet, als dass man sie gerade als Verstärkung der Epidermis ansieht.

Eine mechanische Verstärkung der Epidermis findet sich endlich viel fach an stärkeren Rippen des Blattes und den Rändern desselben (z. B. *Ve ratrum* spec. und *Hosta* spec.).

Bei *Xerotes ammophila* F. v. M. ist die subepidermale Zellschicht nu streifenweise im Stengel bastähnlich ausgebildet, während die zwischen liegenden, spaltöffnungsführenden Streifen der Epidermis direct an da grüne Gewebe der Rinde stoßen.

Im Gegensatze zu den soeben besprochenen Fällen dienen die sub epidermalen Zellschichten zur Unterstützung der Epidermis in ihrer Eigen schaft als wasserspeicherndes Gewebe in den folgenden Fällen:

Die Epidermis wird über dem mittleren Bündel mehrschichtig be *Eccremis coarctata* (R. et B.) Baker und bildet dort ein mächtiges »Haut gelenk«.

Die trocknen Blätter der Herbarexemplare hatten die Hälften ihrer Oberseite an einander geklappt. Wurden dünne Schnitte trocken unter das Microscop gebracht, so konnte man nach Zusatz von Wasser deutlich verfolgen, wie in wenigen Secunden die beiden Blatthälften sich aus einander legten und endlich weit nach unten zurückrollten. Dasselbe Verhalten zeigten auch größere Blattstückchen beim Aufkochen. Es ist leicht möglich, dass auch im lebenden Blatt bei Wassermangel sich die beiden Blatthälften an einander legen, bei genügender Wasserzufuhr wieder zurückrollen.

Eine mehrschichtige Epidermis über dem mittleren oder über den größeren Bündeln des Blattes tritt auch sonst mehrfach auf, so bei *Dianella coerulea* Sims., *Anthericum lineare*, *Stypandra caespitosa* R. Br. u. a. Eine zweischichtige Epidermis treffen wir an auf der Oberseite der Blätter von *Eccremis coarctata* (R. et P.) Baker (mehrschichtig ist sie, wie erwähnt, nur über dem mittleren Bündel), ferner auf beiden (physiologisch gleichwertigen, morphologisch den Hälften der Blattunterseite entsprechenden) Seiten des Blattes von *Pleea tenuifolia* Michx.; im Stengel von *Xerophyllum asphodeloides* Nutt., *Schiekia orinocensis* (Kl. et Schomb.) Meissn., während *Phormium tenax* Forst. auf der Oberseite seiner Blätter eine aus mehreren Zelllagen bestehende Epidermis besitzt. Weiter kommt auch noch eine zweischichtige Epidermis zur Entwicklung auf der Oberseite der Blätter von *Astelia Banksii* A. Cunn. und *A. veratroides* Banks et Sol. (nicht bei *A. pumila* Spr. und andren Arten). Denselben eigentümlichen, neuerdings von Warming (vgl. Literaturverzeichnis) beschriebenen Bau der Epidermis der Blattoberseite zeigen *Barbacenia Alexandrinae* Schomb., *Vellozia compacta* Mart. und *Vellozia brevifolia* Seub. und andre *Velloziaceae*.

Anhangsgebilde der Epidermis:

Bei einer Reihe der untersuchten *Liliaceae* finden sich, namentlich am Blattrande kürzere oder längere Ausstülpungen der Epidermiszellen, so bei *Allium Scorodoprasum* L. (wo die Ausstülpung schon durch eine Querwand von der Epidermiszelle abgesetzt ist) bei *Smilacina stellata* Desf., *Ornithogalum thyrsoides* Jacqu., in den Längsrillen der Blätter von *Nolina longifolia* (Karw.) Engl. und *microcarpa* Wats., *Tricyrtis macropoda*, *Vellozia brevifolia* Seub. (keulenförmig; in den Rillen), *Drymophila cyanocarpa* R. Br. und am Stamm von *Haemodorum spicatum* R. Br. Auf einer höheren Stufe der Ausbildung werden die Ausstülpungen länger, durch Querwände gefächert (*Disporum lanuginosum* Bth. Innenseite des Blattes von *Haemodorum spicatum* R. Br., *Bomarea glaucescens* (H. B. K.) Bak., *Bomarea Moritziana* Kl. u. a.) bisweilen (*Lophiola aurea* Ker., *Tribonanthes longipetala* Lindl.) auch mit kurzen Seitenausstülpungen versehn. In den beschriebenen Fällen nehmen die Haare ihren Ursprung nur aus einer einzigen Epidermiszelle, dagegen besitzen die nun zu schildernden complicierten Haarformen, die, mit einer einzigen Ausnahme (*Eriospermum*) den *Liliaceae* fehlen, einen mehrzelligen

Fuß, dessen Zellen häufig verdickte Wandungen zeigen. Bei *Eriospermum paradoxum* Gawl. und am Stengel von *Curculigo recurvata* Dryand. erheben sich von der Epidermis kleine, flache und mehrzellige Höcker, deren Zellen zum großen Teil in lange, dickwandige, einzellige Haare auslaufen.

Von diesen »Büschelhaaren« verschieden sind die Haare der meisten *Conostylideae*. Eine Abbildung dieser für die genannte Gruppe typischen Haarform findet sich in Fig. 20.

Einen sich hieran anschließenden Bau besitzen die Zotten des Blattrandes von *Conostylis setosa* Lindl. (vgl. Fig. 16), *Con. aurea* Lindl., *setigera* R. Br., *C. pusilla*, *C. Melanopogon* Endl., sowie die Zotten des Stengels von *Dasypogon bromeliifolius* R. Br., welch letztere abwärts gerichtet sind, wohl zu dem Zweck, lästigen Besuchern das Hinaufklettern zu den Blüten zu erschweren. Die in Fig. 21 abgebildete Haarform vom Stengel von *Schiekia orinocensis* (Kl. et Schomb.) Meissn. habe ich nur bei den *Haemodoraceae* (cf. den systematischen Teil vorliegender Arbeit) gefunden; eine abweichende Form besitzen die Haare der zu eben dieser Familie gehörigen *Lachnanthes tinctoria* (Fig. 19). Die, wie oben erwähnt, für einen Teil der *Haemodoraceae* typischen Haare sind zuweilen von beträchtlicher Länge und meist gefächert. Der untere keulenförmige Teil des eigentlichen Haares besitzt ovale Poren auf seinen Wandungen.

Die Haare von *Astelia Banksii* A. Cunn und *A. veratroides* Gaud. besitzen einen mehrzelligen Fuß, von dem das eigentliche linealische Schuppenhaar nach oben hin abgeht. Das letztere besteht aus parallel verlaufenden, mit Ausnahme der Spitzen verwachsenen, nicht hohlen Streifen. Hauptsächlich befinden sich diese Haare auf der Blattunterseite, die silberweiße Farbe derselben verursachend, jedoch fehlen sie auch der Blattoberseite nicht ganz. Ferner kommen Schuppenhaare bei den *Velloziaceae* (z. B. *Barbacenia Alexandrinae* R. Schomb.) vor, jedoch ist hier das Haar nicht an einem Ende mit dem Fuße verbunden, sondern von diesem gehen sowohl nach oben wie nach unten dickwandige Haare ab, so dass der Fuß also in der Mitte der Schuppe eingefügt ist.

B. Peridermbildung

kommt nach De Bary bei Dracaeneen vor und dürfte wohl eine stete Begleiterscheinung des secundären Dickenwachstums sein, da sie auch bei den baumartigen *Asphodeloideae* (*Yucca*, *Aloë* etc.) auftritt.

II. Mechanisches System.

Die zu den Festigkeitseinrichtungen der untersuchten *Liliaceae* verwendeten Zellen tragen in weitaus der Mehrzahl der Fälle mehr oder weniger ausgesprochen den Charakter des Bastes: Sie sind in höherem oder niedrigerem Grade prosenchymatisch, ihre Wandungen sind ringsum gleichmäßig

verdickt und mit linksschiefen oder longitudinal verlaufenden spaltförmigen Poren versehn.

Typisch prosenchymatisch sind z. B. die Bastzellen von *Phormium tenax* Forst., *Blandfordia grandiflora* R. Br., *Sanseviera* u. a. mehr. Einer technischen Verwendung fähig sind außer dem Baste von *Phormium* und *Sanseviera* auch noch die Bastfasern der Arten von *Cordyline, Yucca* und von *Notosceptrum benguelense* (Welw.) Bth.-Hook. (nom vern. »tongöa«), dessen Bast in der Heimat zu weißen, sehr festen Stricken verarbeitet wird.

Einen weniger ausgesprochen prosenchymatischen Charakter besitzen die mechanischen Zellen vieler Arten von *Allium*, deren Querwände meist nur wenig (*A. hymenorhizum* Herb.) oder gar nicht (*A. multibulbosum;* abgebildet in Haberlandt, p. 101) schräg gestellt sind. Bezüglich des mechanischen Ringmantels, den wir bei den meisten *Liliaceae* finden, lässt sich die Regel aufstellen, dass die äußersten Zellen am ausgesprochensten prosenchymatisch sind; nach innen zu fortschreitend sieht man, wie die Zellen meist ohne scharfe Grenze in das Grundgewebe übergehen: die Zellen werden immer kürzer und die Querwände stehen immer weniger schräg. Eine fernere Regel ist, dass bei den markständigen Bündeln des Stammes die bastähnlichsten Zellen sich im Schutzbelege des Leptoms finden, während die Zellen des Hadrombeleges, wo ein solcher überhaupt vorhanden ist, sich in der Regel nicht sehr stark von den Zellen des Grundgewebes unterscheiden. Letzteren gegenüber sind sie nur durch ihre größere Länge und ihre stärker verdickten Wandungen characterisiert.

Sehr häufig sind die Wandungen der mechanischen Zellen verholzt. Die Verholzung pflegt bei den Zellen des mechanischen Ringes außen stärker als innen zu sein, an den Belegen der Bündel bestätigt sich die schon anderweitig angegebene Regel, dass die dem Mestom benachbarten Zellen die stärkste Verholzung zeigen, wogegen die weiter nach außen liegenden Zellen schwächer oder gar nicht verholzt sind. Eine starke Verholzung zeigen die mechanischen Elemente der *Asparageae* und *Smilacoideae*, bei denen sich dieselben, wie auch das derbwandige Grundgewebe nach Behandlung mit Phloroglucin durch Chlorwasserstoffsäure tief violettrot färben.

Eine Schichtung der Wandungen ließ sich mehrfach, so bei verschiedenen *Enargeoideae*, wahrnehmen.

Die meist schrägstehenden, seltener longitudinal (*Allium* spec., *Disporum multiflorum* Don., *Xerotes Ordii* F. v. M.) gestellten Poren zeigen knopfförmige Erweiterungen bei *Agapanthus multiflorus* Willd., *Philesia buxifolia* Lam., *Hosta*-Arten, nach Schwendener auch bei *Veltheimia viridissima.*

Fächerung der Bastzellen tritt ein bei: *Asparagus Sprengeri* Regel, (*Aspar. laevissimus* Std. zeigt nur hier und da Fächerung, bei *Asp. acutifolius* L. habe ich überhaupt keine gefächerten Bastzellen gesehen). *Danaë racemosa* (L.) Mönch., *Semele androgyna* (L.) Kth., *Ruscus aculeatus* L., *Ruscus Hypophyllum* L., *Ruscus Hypoglossum* L., *Asphodeline prolifera* (M. B.)

Kth. und *Asphodeline lutea* (L.) Rchb., ferner in den Bastzellen des Blattes aller untersuchten *Dracaena*-Arten und bei allen *Sansevieria*-Arten. Ferner sind einzelne Bastzellen gefächert bei *Aletris farinosa* L. und *Aletris aurea* Walt., *Geitonoplesium cymosum* (R. Br.) A. Cunn., *Drymophila cyanocarpa* R. Br., *Smilacina stellata* Desf., *Herreria stellata* R. et P., *Tofieldia Moritziana* (Kl.).

Eine längere Lebensdauer, wie sie Schwendener für viele Bastzellen der *Liliaceae* annimmt, erscheint mir in den nachstehenden Fällen auch noch aus anderen Gründen wahrscheinlich. Die gefächerten, prosenchymatischen Zellen des mechanischen Gewebes im Stamm von *Danaë racemosa* (L.) Mönch (ebenso die von *Semele androgyna* Kth. und *Ruscus aculeatus* L.) lassen nach der Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure äußerst deutlich erkennen, dass die Wandungen aus einer dicken äußeren, stark verholzten und einer inneren, zarten und ganz wenig oder gar nicht verholzten Lamelle bestehn. Von dieser letzteren Lamelle gehen auch die zarten Querwände ausschließlich aus, so dass wir gleichsam im Innern der Bastzelle einen Zellfaden haben. Bisweilen ist auch an den Stellen, an denen die Querwände eingeschaltet sind, deutlich ein kleiner, im Schnitt dreieckig erscheinender Intercellularraum kenntlich, welcher rings herum zwischen der Außenlamelle und dem zarten inneren Häutchen verläuft. Da die Außenlamellen bei *Semele* und *R. aculeatus* L. nicht so stark verholzen wie bei *Danaë*, so ist das angedeutete Verhältnis bei diesen beiden nicht ganz so deutlich zu sehen wie bei letzterer, aber immerhin kann auch hier gar kein Zweifel über die Natur der Fächerung aufkommen. Möglicherweise lässt sich an günstigen Präparaten auch für die gefächerten Bastzellen anderer Pflanzen das gleiche Verhalten nachweisen.

Da nun jedenfalls bis zum Zustandekommen der Verdickung der Außenlamelle eine ganze Zeit vergeht, auch die Lebensthätigkeit der Zelle erst frühestens nach vollendeter Fächerung eingestellt werden kann, so ist wohl für die genannten Fälle sicher eine längere Lebensdauer der mechanischen Zellen anzunehmen. Dieselbe Annahme scheint mir in den Fällen gerechtfertigt, in denen mehrjährige Pflanzen (z. B. *Enargea* spec. und andere *Enargeoideae*) in den dickwandigen Zellen des mechanischen Gewebes (bes. in der Nähe der Gefäßbündel) Stärke ablagern, da eine Ablagerung von Reservestoffen in früh absterbenden Zellen doch vollkommen zwecklos wäre.

Betreffs der Wandstärken der Bastzellen füge ich noch hinzu, dass dieselben im Verhältnis zum übrigbleibenden Zelllumen um so größer sind, je typischere Bastzellen vorliegen, um so schwächer, je mehr sich die Form der mechanischen Zellen den Zellen des Grundparenchyms nähert, im übrigen aber wechselt die Stärke der vorkommenden Verdickungen sehr; während bei schwach gebauten, krautigen *Asparagoideae* und *Allioideae* die Wandungen der mechanischen Zellen so schwach verdickt sind, dass letztere kaum als solche kenntlich sind, kommen andrerseits bei den *Lilio*-

ceae, besonders in den Blättern vieler Xerophyten, mechanische Zellen vor, von deren Lumen überhaupt nicht mehr viel zu sehen ist.

Ein ziemlich seltenes Vorkommnis ist das Auftreten collenchymatischer Elemente. Am häufigsten treten sie noch in Blättern auf, besonders wo sie zur Verstärkung der Epidermis und des Blattrandes dienen. Hypodermales Collenchym habe ich z. B. beobachtet bei *Asphodelus Villarsii* (Blattkanten) und zwar ist in diesen Zellen Chlorophyll enthalten, was ich sonst bei Liliaceen nicht beobachtet habe; ferner im Blatte von *Agapanthus multiflorus* Willd., *Calochortus pulchellus* Dougl., *Chlorogalum pomeridianum* Kth., *Bloomeria aurea* Kellogg, *Brodiaea* spec., ferner im Stamm und Blattstiel von mehreren *Hosta*-Arten, im Stamm von *Arthropodium cirrhatum* Br. und sparsam im Blatte von *Streptopus amplexifolius* D. C.

Sclerenchymzellen finden sich außerhalb der Schutzscheide in der Wurzel von *Stypandra caespitosa*, wogegen sie einer Reihe anderer Arten [1]) dieser Gattung fehlen. Sie haben gelbbraune, enorm verdickte und stark verholzte Wandungen, welche von runden, sich reichlich verästelnden Porenkanälen durchzogen werden. In der Längsrichtung der Wurzel sind sie stabförmig gestreckt. Sie besitzen die größte Ähnlichkeit mit den Steinzellen aus dem Fruchtfleische der *Pomoideae*. — Niemals habe ich in den Fällen, in denen die Schutzscheide durch außen an sie angrenzende Zellschichten verstärkt wird, streng prosenchymatische Zellformen angetroffen. —

Durch die grundlegenden Untersuchungen Schwendeners wurde für das mechanische System eingehend der Nachweis erbracht, dass es ganz bestimmte, in den modernen Ingenieurwissenschaften wohl bekannte Bauprincipien sind, welche die Anordnung und Verteilung der mechanischen Gewebsmassen beherrschen, damit mit möglichst geringem Materialaufwande die größtmögliche Festigkeit erzielt werde.

Je nachdem aber eine Beanspruchung der betreffenden Pflanzenorgane vorwiegend auf Biegungsfestigkeit oder auf Druckfestigkeit, Zugfestigkeit u. s. w. stattfindet, wird auch die Anordnung der Stereommassen eine andere sein, da es ja eine Universalconstruction, welche das Princip des möglichst geringen Materialaufwandes all' diesen verschiedenen Anforderungen gegenüber zu gleicher Zeit vertritt, nicht giebt. Die oberirdischen Organe der Pflanze, Stengel und Blatt, werden vor allen Dingen häufig ihre Biegungsfestigkeit zu erweisen haben, während andere Anforderungen, z. B. Strebefestigkeit der Stammorgane, zwar nicht minder vollständig erfüllt sind, jedoch nicht so in die Augen springende Lagerungsverhältnisse hervorrufen. Ich beginne mit der Beschreibung der biegungsfesten Construction in denjenigen Organen, welche nach allen Richtungen gleich stark

1) Die meisten dieser Arten kommen in N. S. Wales, Viktoria und Tasmanien vor, *St. glauca* auch in W.-Australien (King George's Sound).

auf Biegungsfestigkeit beansprucht werden, den Stengeln der den Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen bildenden Familien. In weitaus der Mehrzahl der Fälle wird diejenige Construction angewendet, welche nach den Untersuchungen Schwendeners überhaupt die bei den Monocotylen herrschende genannt werden muss, d. h. ein der Peripherie mehr oder weniger stark genäherter Stereomcylinder, »der unzweideutigste Vertreter des mechanischen Princips«. Die niedrigste Stufe in der Ausbildung des mechanischen Ringes, oder richtiger gesagt Cylinders, stellen jene Fälle dar, in denen die zwischen den äußersten, meist schwach mechanisch geschützten Bündeln des Stengels gelegenen Zellen des Grundgewebes ihre Wandungen ganz schwach verdicken und eine etwas länger gestreckte Form annehmen[1] (z. B. *Burchardia umbellata* R. Br., *Hypoxis stellipilis* Ker., *Hypoxis decumbens* L., bei welch letzterer Pflanze indes die Festigkeit fast ausschließlich durch die starken Außenbelege der äußersten Bündel hergestellt wird). In anderen Fällen haben wir dagegen einen aus mehr oder minder kräftig verdickten, typisch mechanischen Zellen bestehenden Mantel. Derselbe wird teils durch die Schutzschienen der markständigen Bündel, teils durch das in diesem Falle derb und kräftig gebaute Grundgewebe selbst[2] (*Smilax*, *Herreria*, *Ruscus* z. B.) unterstützt. Der Bau der Grundgewebszellen lässt allerdings darauf schließen, dass sie nur in untergeordneter Weise mechanisch wirksam sind, und dass deren Hauptfunction eine ganz andere ist.

Die Stärke der die Mestombündel begleitenden Schutzschienen nimmt aus leicht erklärlichen Gründen von außen nach innen ab. — Die Lagerungsverhältnisse der Bündel zum mechanischen Ringe sind sehr wechselnd; die äußersten Bündel sind z. B. der Außenseite des Ringes angelagert bei *Allium odorum* (vgl. die Abbildung bei Haberlandt, S. 118), ebenso bei vielen anderen, während sich bei einer nicht minder großen[3]) Anzahl die äußersten Bündel an der Innenseite des Bastmantels finden. Treten Bündel, wie dies besonders bei kantigen Stengeln vorkommt, außerhalb des mechanischen Ringes im Rindengewebe auf (z. B. bei *Eccremis coarctata* (R. et P.) Bak., *Agrostocrinum stypandroides* F. v. M., *Corynotheca dichotoma* F. v. M., *Phormium tenax* Forst., *Blandfordia grandiflora* R. Br., *Haemodorum planifolium* R. Br., *H. paniculatum* Lindl., *Wachendorfia hirsuta* Thbg., *Tribonanthes longipetala* Lindl., Arten von *Allium* und *Polygonatum* u. a.), so sind sie in der Regel durch relativ mächtige Bastschienen geschützt, während

---

1) Bei *Allium karatoniense* Regel ist ein mechanischer Ringmantel in den oberen Teilen des Schaftes kräftiger ausgebildet als in den unteren, während man doch das Umgekehrte erwarten sollte.

2) Bei einigen der genannten Pflanzen wird damit zugleich eine Steigerung der Zugfestigkeit erzielt.

3) Eine Reihe Beispiele giebt Engler in der Einleitung zu den *Liliaceae* in den »Natürl. Pflanzenfamilien«.

wieder bei *Ruscus aculeatus* L., den Rippen des Stengels keine heraustretenden Bündel entsprechen.

Bei einer Anzahl Vertreter der in Frage stehenden Familien findet sich abweichend hiervon kein mechanischer Ring, sondern jedes Bündel hat seinen besonderen begleitenden Strang von Bast, und nur bei den peripherischen Bündeln verschmelzen gelegentlich die Belege in tangentialer Richtung (SCHWENDENERS fünftes und sechstes System).

Dieses Verhältnis finden wir vor allem bei den *Dracaenoideae*, ferner bei *Rhodea japonica* Roth et Kth., *Aspidistra elatior* Blume u. a. Ich werde im systematischen Teile (besonders bei den *Lomandreae*, *Johnsonieae* und *Asparagoideae*) noch des öfteren darauf einzugehen haben, wie wenig sich das mechanische System in unstreitbar natürlichen Gruppen als constant erweist und werde deshalb nur diejenigen Fälle besprechen, in denen das Fehlen des mechanischen Ringes sowie anderer besonderer Einrichtungen zur Herstellung einer bedeutenden Biegungsfestigkeit sich ungezwungen dadurch erklären lässt, dass überhaupt nur sehr geringe Ansprüche in Bezug auf Biegungsfestigkeit gestellt werden. Das letztere ist z. B. der Fall bei den kurzen und im Verhältnis zur Länge enorm dicken Schäften von *Rhodea japonica* Roth et Kth. und *Aspidistra elatior* Blume, ferner bei den winzigen Pflänzchen *Pauridia hypoxidioides* Harv., *Hypoxis villosa* L. β) *sobolifera* Jacqu., *Hypoxis minuta* Thbg. u. a. Im Gegensatze hierzu vermag ich z. B. keinen Grund dafür anzugeben, weshalb (wofür im systematischen Teile Beispiele gegeben werden sollen), bei systematisch nahe stehenden Gattungen oder selbst bei Arten ein und derselben Gattung sich in mechanischer Beziehung ganz abweichende Verhältnisse vorfinden, ohne dass eine physiologische Ursache vorzuliegen scheint, obschon in Wirklichkeit eine solche ja jedenfalls vorhanden sein muss.

In den betrachteten Fällen hatte das Assimilationsgewebe durchweg seine peripherische Lage siegreich gegenüber dem mechanischen System behauptet. Das Gegenteil ist der Fall bei *Alania Endlicheri* Kth., *Peliosanthes courtallensis* Wight und *P. macrophylla* Wallich, wo das mechanische System hart an die Epidermis stößt. Ein Compromiss endlich wird zwischen den beiden möglichst nach peripherischer Lagerung strebenden Geweben geschlossen bei einer Reihe durchweg australischer Formen. Das System der »subepidermalen Bastrippen« habe ich nur bei *Borya nitida* Labill. und *Borya septentrionalis* F. v. M. gefunden. Seitlich sind die etwa 15—20 subepid. Rippen in den oberen Teilen des Stengels nur durch wenige Zellen von einander getrennt, in den unteren Teilen stehen sie außen seitlich schwach mit einander in Verbindung. Sehr selten findet sich auch wohl noch ein dünner isolierter Baststrang, der aber natürlich für die Gesamtfestigkeit des Stengels nicht weiter in Betracht kommt. Mestom legt sich an die subepidermalen Rippen nicht an.

Gleichfalls vereinzelt steht das Vorkommen des Systems der »zusammen-

gesetzten peripherischen Träger« bei *Johnsonia lupulina* R. Br. und ihrer Varietät *J. teretifolia* (Endl.) Bth. Zwischen den inneren Gurtungen der Träger findet sich gleichfalls Bast, der indessen keinen geschlossenen Ringmantel bildet, sondern an zahlreichen Stellen unterbrochen ist. Auffallend muss es gewiss erscheinen, dass die beiden anderen Arten derselben Gattung und die Varietät einer derselben den für die Mehrzahl der *Liliaceae* charakteristischen subcorticalen Bastcylinder besitzen.

Ein eigentümliches Verhalten bezüglich des mechanischen Systems in ihren Stammteilen zeigen die Arten der auf Australien beschränkten Gattung *Tricoryne*. Der Stiel des Blütenstandes ist bei den einen drehrund und zeigt den üblichen mechanischen Ring innerhalb des Rindengewebes (*Tr. tenella* R. Br.), dagegen ist er bei anderen (*Tr. anceps* R. Br. und in noch höherem Grade *Tr. platyptera* Rchb.) im Querschnitt von der Gestalt eines sehr schiefen Rhombus, und an den den spitzeren Ecken des letzteren entsprechenden Kanten geflügelt, augenscheinlich, um die assimilatorische Thätigkeit der nur in mäßiger Anzahl vorhandenen Blätter auf diese Weise durch den Stengel zu unterstützen. An den vier Kanten, den beiden stumpferen sowohl wie an den beiden spitzeren liegen nun subepidermale, besonders bei *Tr. platyptera* kräftig entwickelte Bastrippen. Jede derselben enthält ein Gefäßbündel und steht seitlich mit den anderen Rippen durch Bastzellen in Verbindung. An den vier Flächen des Stengels liegt unter der Epidermis ein assimilatorisches Gewebe; innerhalb desselben liegen 1—2 Zelllagen Bast.

Die Rolle dieser Bastzellen ist in erster Linie eine local-mechanische; indem sie die Querverspannungen zwischen den vier Rippen bilden, schützen sie das Assimilationsgewebe bei Biegungen des Stengels vor Zerrungen und Quetschungen, welche anderenfalls unausbleiblich wären.

Erst in zweiter Linie geben sie einem Teile der Gefäßbündel Gelegenheit, sich an diese Querverspannungen anzulehnen. Local-mechanische Bedeutung ist auch den mechanischen Zellen beizumessen, die, einzeln oder in wenigzelligen Gruppen, dem zwischen den oben erwähnten Bastschichten und der centralen Luftlücke des Stiels befindlichen Grundgewebe hier und da eingelagert sind. Letzteres enthält, wie ich noch hinzufügen will, eine Anzahl Bündel über seine ganze Ausdehnung ziemlich gleichmäßig verstreut. — Während Querschnitte durch den eigentlichen Stamm von *Tricoryne tenella* R. Br., *Tr. elatior* R. Br. und *Tr. humilis* R. Br. in ihrem Verhalten von den übrigen *Liliaceae* nicht abweichen, fand ich bei einem Querschnitt durch den unteren Teil von *Tricoryne anceps* eine Abweichung insofern als an den Rippen des Stammes subepidermale Bastmassen vorhanden waren, die mit dem innerhalb der Rinde belegenen mechanischen Ringe durch Mestomfüllungen in Verbindung standen, d. h. wir haben ganz dasselbe Bild, wie es eine große Anzahl Gramineen darbietet, bei denen bekanntlich

dieses »System des gerippten Hohlcylinders« als das herrschende bezeichnet werden darf.

Bei den *Lomandra*-Arten treffen wir je nach der Querschnittsform verschiedene biegungsfeste Constructionen an. Diejenigen, deren Stengel im Querschnitt rund ist, zeigen keine Abweichungen von dem gewöhnlichen Verhalten der *Liliaceae*, dagegen ist die Beanspruchung der flach blattförmigen Stengel von *Lom. laxa* R. Br. eine ganz ähnliche wie die von Blättern, infolgedessen ist auch die Festigkeitsconstruction dieser Stengel ganz identisch mit derjenigen in den Blättern der genannten Pflanze.

An die Besprechung der biegungsfesten Constructionen in den Stengeln schließt sich naturgemäß diejenige der isolateral gebauten Blätter von rundlichem Querschnitt an, die bei annähernd senkrechter Stellung denselben mechanischen Anforderungen zu genügen haben.

Hierher gehören zunächst die Blätter der australischen *Stawellia dimorphantha* F. v. M., in denen sich ringsherum subepidermale Rippen ohne angelehnte Mestomstränge finden. Die letzteren sind auf den inneren chlorophyllfreien Teil des Blattes beschränkt und von den Rippen stets durch chlorophyllführende Zellen getrennt. Die Zahl der Rippen betrug in den untersuchten Fällen 8—10. Subepidermale Rippen, verstärkt durch die inneren Schutzbelege der sich an die ersteren anlehnenden Mestomstränge also »zusammengesetzte peripherische Träger« finden sich nach Schmidt bei den Blättern von *Conostylis filifolia* F. v. M., *C. involucrata* Endl., *C. Androstemma* F. v. M., sowie bei *Xerotes turbinata* Endl., wogegen die Verteilung des mechanischen Gewebes eine andere ist bei *Xerotes spartea* Endl. (vgl. die Abbildung bei Schmidt).

Die diesem als weiteres Beispiel angeführten Blätter von *Haemodorum paniculatum* Lindl., deren Bau ganz analog dem der ebenfalls schwertförmigen Blätter der übrigen Arten dieser Gattung ist, möchte ich doch schon eher als bilateral gebaute bezeichnen.

Subepidermale Träger mit angelehnten Mestomsträngen finden sich ferner bei den im Querschnitt elliptischen Blättern der *Johnsonia*-Arten. Im Gegensatze hierzu besitzen die Blätter der untersuchten *Sanseviera*-Arten subcorticale Fibrovasalstränge, und zwar werden die Bastmassen in den äußeren Teilen des Blattes bedeutend kräftiger als in den inneren entwickelt und erreichen dicht unter der Epidermis eine enorme Ausdehnung. Vorzugsweise in den peripherischen Teilen finden sich außerdem noch isolierte Baststränge ohne begleitendes Mestom.

Einen ähnlichen Bau besitzen die Blätter von *Yucca*, *Aloë* und *Dracaena*-Arten, doch werde ich, da bei diesen doch vorwiegend eine Beanspruchung auf Biegungsfestigkeit innerhalb der Verticalebene stattfindet, dieselben weiter unten besprechen.

Durch einen an allen Seiten ausgebildeten Bastmantel werden die Blätter von *Alania Endlicheri* Kth und von *Borya* geschützt.

Bei den in mechanischer Beziehung ausgesprochen bilateral gebauten Blättern ist die Mannigfaltigkeit der angewendeten Constructionen zwar eine große, aber doch ist der Mehrzahl von ihnen das gemeinsam, dass sie aus den in mechanischer Beziehung die meisten Vorteile bietenden Constructionselementen zusammengesetzt sind, die unter dem Namen I-Träger in der Technik die ausgedehnteste Verwendung finden.

Einen Unterschied zwischen der Ausbildung der oberen (Zug-) und der unteren (Druck-) Gurtung, bedingt dadurch, dass bei eintretenden Biegungen die letztere leicht dem Einknicken ausgesetzt ist, finden wir u. a. bei *Xerophyllum tenax* Nutt. und *Lomandra Sonderi* F. v. M. Im ersteren Falle sehen wir die Zuggurtung als ein flaches Band ausgebildet, die Druckgurtung dagegen besteht zunächst aus einem kräftigen subepidermalen Baststrang in der Blattmitte und ferner aus einer Anzahl aus subepidermalem Bast und angelagertem Mestom bestehender kleiner Gurtungen. Im zweiten Falle, bei *Lom. Sonderi* wird die Gefahr des Einknickens bei der Druckgurtung dadurch vermindert, dass zwischen die aus Bast und begleitendem Mestom bestehenden Hauptträger noch kleinere subepidermale Träger eingeschaltet werden, welche nur aus Bast bestehen. Auf der Oberseite, wo bei Biegungen des Blattes nach unten nur eine Beanspruchung auf Zugfestigkeit stattfindet, könnte die Einschaltung solcher kleineren Träger viel eher unterbleiben, und in der That findet sich an dieser Stelle außer den Hauptträgern nur sehr wenig Bast.

Schwendeners »System der subepidermalen Träger« findet sich ziemlich häufig ausgebildet, und zwar lassen sich je nach der Ausbildung der Träger folgende Fälle unterscheiden:

1) Sämtliche Träger sind voll, d. h. sie reichen von der oberen bis zur unteren Epidermis; das Grundgewebe wird als Füllung zwischen oberer und unterer Gurtung benutzt.

Innerhalb dieses Typus lassen sich noch je nach der Lagerung der Bündel einige Unterabteilungen aufstellen, welche aber den Charakter des Typus nicht im mindesten beeinflussen.

Im einfachsten Falle liegen die Mestomstränge in einer Ebene und kehren ihr Hadrom der Blattoberseite, ihr Leptom der Unterseite zu; ihre Lage ist insofern eine möglichst geschützte als sie den I-Trägern in der Nähe der »neutralen Faser« eingelagert sind. Von den hierher gehörigen *Lomandra*-Arten führt Schmidt eine Reihe in seiner Arbeit auf.

Im Gegensatz hierzu liegen in den nachstehenden Fällen in ein und derselben Trägerebene zwei oder auch wohl drei bis vier Mestomstränge.

Bei *Nolina microcarpa* Wats. liegen die Hadromteile sämtlicher Bündel der Blattoberseite zugekehrt. Auf der Druckseite finden sich ganz kleine Bastgurtungen in geringer Anzahl.

Bei *Conostylis Preissii* Endl., *aculeata* R. Br., *bracteata* Lindl., *dealbata* Lindl. und *occulta* Endl. liegen in jedem Träger zwei Bündel eingebettet in

der für schwertförmige Blätter charakteristischen Orientierung, d. h. ihre Hadromseiten einander zugekehrt.

2) Die Träger gehen nur teilweise »voll« durch das Blatt hindurch, z. T. aber sind ihre Ober- und Untergurtung durch Grundgewebe des Blattes von einander getrennt. Hierher gehört zunächst *Phlebocarya ciliata* R. Br., bei welcher die ihr Hadrom der Oberseite zukehrenden Bündel sämtlich in einer Ebene liegen. Dagegen zeigen die schwertförmigen Blätter folgender Arten die Bündel in doppelreihiger Anordnung, und zwar entspricht jedes Bündel der rechten Seite einem Bündel der linken Seite; die Hadromteile beider Bündel sind einander zugekehrt: *Nietneria corymbosa* Kl., *Haemodorum planifolium* R. Br., *H. paniculatum* Lindl., *Conostylis candicans* Endl., während bei anderen, wie *Blancoa canescens* Lindl. zuweilen die Bastbelege der Bündel nicht mehr bis an die Epidermis heranreichen.

An der Ober- wie an der Unterseite des Blattes von *Nolina longifolia* (Karw.) Engl. liegen in größerer Anzahl subepidermale Träger mit innenseitig angelagerten Mestomsträngen, letztere wenden ihre Hadromseite sämtlich der Blattoberseite zu. Jeder oberen Gurtung entspricht eine untere. Das letztere ist dagegen nicht mehr der Fall in den Blättern von *Dasylirion acrotrichum* Zucc. und *Das. serratifolium* Karw. et Zucc. Bei diesen beiden findet sich sowohl ober- wie unterseits eine große Zahl subepidermaler Träger, teils mit, teils ohne angelagerte Mestomstränge, welche sämtlich ihr Hadrom der Blattoberseite zukehren. Ebensowenig entsprechen den Trägern der einen Seite Träger der anderen Seite in den flachen, blattartigen Stengeln und den Blättern von *Lomandra laxa* R. Br.

Das »System der inneren Träger« Schwendeners findet sich zunächst in sehr vielen flachen und dünnen Blättern, in denen die Belege der Bündel nicht bis zur Epidermis heranreichen. Bei der Unzahl der Beispiele in allen Unterfamilien lohnt es nicht erst, solche namhaft zu machen.

Von diesen Fällen, in denen die Bündel in einer Ebene liegen, unterscheidet Schwendener diejenigen, in denen die Bündel auf einem Cylindermantel, dessen Querschnittsform sich nach der des betr. Blattes richten wird, liegen oder in denen die Bündel mehr oder minder regellos über den Blattquerschnitt verteilt sind. Es lässt sich hier als Regel aufstellen, dass die relativ größte Menge des Bastes der Peripherie genähert ist. Die mittleren Teile des Blattes enthalten außer den zugleich localmechanischen Zwecken dienenden Schutzbelegen der Bündel keinen Bast, dagegen finden sich, eingestreut zwischen die Bündel, nahe der Peripherie häufig isolierte Baststränge, welche n i c h t von Mestom begleitet sind (z. B. *Yucca gloriosa* L., *Y. recurvatifolia* Salisb., *Y. filamentosa* L. und andere Arten, *Cordyline rubra* Hügel. (dagegen n i c h t bei *Cord. Banksii* Hook. f.), *Dracaena Draco* L., *D. Cinnabari* Balf. f. u. a.). Da indessen diese Blätter schon hinüberleiten zu den isolateral gebauten Blättern, wie wir sie bei *Sanseviera cylindrica*

Bojer. z. B. finden (alle *Sansev.*-Arten besitzen in den peripherischen Blattteilen gleichfalls isolierte Baststränge), so ist ein Unterschied zwischen »Ober«- und »Unter«-Seite auch nur in den seltensten Fällen (z. B. bei der zuerst genannten *Yucca*-Art, dadurch ausgesprochen, dass sich die größere Zahl der Baststränge auf der unteren (Druck-)Seite findet.

Ein unterbrochener Bastring mit nach innen vorspringenden Rippen findet sich nach Schwendener in dem Blattstiel von *Aspidistra lurida.*

Das dritte System Schwendener's endlich, das »System der gemischten Träger« stellt eine Kombination des ersten und zweiten Systems insofern dar, als sich neben subepidermalen Trägern auch noch innere Träger finden. Hierher kann man z. B. *Haemodorum coccineum* R. Br. und andere Haemodoraceen rechnen. Bei der erwähnten *Haemodorum*art sind die nach außen gekehrten Leptombelege je zweier gegenüberliegender Bündel von den mit ihnen korrespondierenden Subepidermalrippen durch Parenchym getrennt; die letzteren bilden in Gemeinschaft mit den Schutzbelegen der Bündel einen I-Träger. Ferner könnte man auch *Baxteria australis* Hook. hierher rechnen, bei welcher die Gefäßbündel des Blattes durch die umgebende Parenchymscheide von den entsprechenden subepidermalen Rippen getrennt werden. Ich bemerke noch, dass in dem untersten Teile des Baxteriablattes die subepidermalen Bastgurtungen der Blattoberseite mit einander zu einer breiten bandförmigen Zuggurtung verschmelzen.

So scharf geschieden auch die drei genannten Systeme auf den ersten Blick erscheinen, so gehen sie in vielen Fällen doch derart in einander über, dass die Einreihung dieser Fälle eine sehr schwierige würde.

Ihre Aufzählung kann füglich unterbleiben, um so mehr, als sie für die vorliegende Arbeit ganz zwecklos wäre und es mir nur darauf ankam, unter Benutzung der Einteilung Schwendener's einige extreme Ausbildungsformen anzuführen.

Das mechanische System der Wurzeln dient bekanntlich einer doppelten Aufgabe: einmal soll die Zugfestigkeit eine möglichst große Steigerung erfahren, andererseits gilt es dem radial wirkenden Drucke des umgebenden Erdreiches zu widerstehen. Die erstere Forderung findet ihren Ausdruck darin, dass die mechanischen Elemente nach der Axe der Wurzel zusammengedrängt werden, wodurch es vermieden wird, dass bei eintretenden Ungleichmäßigkeiten in der Zugspannung durch Zerreißen einzelner Baststränge das ganze mechanische System eine bedenkliche Schwächung erleiden könnte. Die Einrichtungen zur Erzielung einer höheren Festigkeit gegen radialen Druck bestehen einmal darin, dass sich zwischen die Hadromplatten der Wurzel mechanisch wirksame, dickwandige Zellen einschieben. Nach außen hin gabeln sich diese radial gestellten Platten und umfassen mit ihren Ästen hufeisenförmig die Leptomgruppen. Da die mechanischen Platten sich bis zur Außengrenze des Mestoms, bis zum Pericambium fortsetzen, so ist es klar, dass die Mestomelemente gegen

radialen Druck so gut wie nur immer möglich geschützt sind, da beim Eintreten eines solchen Druckes die radial gestellten mechanischen Platten ein festes Widerlager an dem dickwandigen mechanischen Gewebe der axilen Partie finden. Ohne ein solches Widerlager wäre der Nutzen der Bastplatten ziemlich illusorisch, da durch sie allein die Wurzel vor dem Zusammengedrücktwerden nicht geschützt würde. Die eben beschriebene, in mechanischer Beziehung denkbar günstigste Construction besitzen z. B. *Alania Endlicheri* Kth., *Borya nitida* Labill., *B. septentrionalis* F. v. M. und andere *Johnsonieae*, ferner *Astelia Banksii* A. Cunn. und *Ast. veratroides* Gaud. Die Wurzeln von *Astelia Banksii* A. Cunn. besitzen folgenden Bau: der Centralstrang der Wurzel wird von einer typischen Schutzscheide umgeben, deren Zellen stark U-förmig verdickt sind. Bisweilen wird die Schutzscheide in ihrer Function durch die in diesem Falle ebenfalls, wenn auch nicht ganz so kräftig, U-förmig verdickten Zellen der benachbarten Schicht des Rindengewebes unterstützt. Den in größerer Zahl vorhandenen Hadromplatten sind zartwandig bleibende Durchlasszellen opponiert. Die mit schrägovalen Poren versehenen Zellen des Grundgewebes sind äußerst stark verdickt; desgleichen schieben sich dickwandige Zellen zwischen Hadrom- und Leptomgruppen ein. Einen ganz ähnlichen Bau findet man auch bei *Astelia veratroides* Gaud.

Ob allerdings die Wurzeln dieser beiden Arten bei deren Standortsverhältnissen und Lebensweise einem beträchtlichen Radialdruck ausgesetzt sind, erscheint mir zweifelhaft. Das ungemein lockere Rindenparenchym von *Astelia pumila* Spr. weist darauf hin, dass die Druckfestigkeit der Wurzel so gut wie gar nicht in Anspruch genommen wird. Dagegen lässt der überaus kräftige Bau des Centralstranges der Wurzel auf eine beträchtliche Zugfestigkeit schließen, wennschon ich bei den Wachstumsverhältnissen dieser Art nicht von der Notwendigkeit einer solchen überzeugt bin. Viel eher dürfte bei den Wurzeln der auf Baumästen epiphytisch lebenden *Astelia*-Arten (z. B. *A. Banksii* A. Cunn.) an eine stärkere Beanspruchung auf Zugfestigkeit gedacht werden können.

Als weitere Schutzeinrichtungen gegen radialen Druck kommen ferner in Betracht die Schutzscheiden, sofern sie starke Wandverdickungen aufweisen (*Xerophyllum asphodeloides* Nutt. und viele Xerophyten) oder gar noch durch die angrenzenden Schichten des Rindenparenchyms, die in diesem Falle ähnlich wie die Schutzscheide verdickt sind, unterstützt werden. Als Beispiele nenne ich hier wieder: *Astelia Banksii* A. Cunn., *Ast. veratroides* Gaud., ein großer Teil der *Johnsonieae*. Bei den letzteren wird endlich noch außerdem ein ausgiebigerer Schutz dadurch erreicht, dass einzelne Schichten des Rindenparenchyms ihre Wandungen verdicken. Die Lage dieser Schichten ist indess selbst innerhalb der Gattung nicht constant, wie an den Arten von *Laxmannia* im systematischen Teil gezeigt werden soll. Eine derartige schützende Röhre findet sich außer bei der

genannten Gattung auch noch bei anderen Johnsonieen. Ein großer Teil derselben bewohnt Westaustralien, und dort werden, wenn auch der Boden einmal durch heftige Regengüsse in einen Sumpf verwandelt worden ist, doch kurze Zeit darauf unter der Einwirkung der Sonnenglut die oberen Schichten des Bodens so sehr ausgedörrt, dass sie bersten. Unter diesen Umständen ist es leicht erklärlich, dass sich gerade bei dieser Gruppe so kräftige Schutzeinrichtungen gegen radial wirkenden Druck finden, da ein solcher beim Ausdörren des Bodens unvermeidlich ist, besonders wenn er etwas lehmig ist, und wenn das Ausdörren so schnell vor sich geht wie in in dem südwestaustralischen Klima.

Im Gegensatz dazu sind die Wurzeln vieler *Lilioideae, Asphodelineae, Anthericineae* sehr schwach gebaut, indess sind auch hier die mechanischen Ansprüche, die an sie gestellt werden, bedeutend geringer.

Rhizome habe ich nur in geringer Anzahl untersucht; in mechanischer Beziehung nehmen sie meist eine Mittelstellung ein, indem die in dieser Hinsicht wirksamen Elemente (in Form von zugleich localmechanisch wirksamen Schutzschienen der Bündel) annähernd gleichmässig über den Querschnitt verteilt sind.

Außer den Wurzeln werden auch auf Zug beansprucht die kletternden Stämme von *Bowiea volubilis* Harvey, *Schizobasis angolensis* Baker, die Stämme einiger kletternden *Asparageae* und *Smilacoideae*, von *Geitonoplesium*, *Eustrephus*, *Lapageria* und *Herreria*, sowie die rankenden Blattspitzen von *Gloriosa* und Verwandten und die Ranken der Smilacoideen.

Bei *Bowiea* ist eine Beeinflussung des anatomischen Baues durch diese Anforderungen kaum zu bemerken; in höherem Grade kommt sie bei den *Asparageae*, *Smilacoideae* (bes. in den Ranken), *Herrerioideae* und den oben genannten *Enargeoideae* dadurch zur Geltung, dass das Rindenparenchym im Verhältnis zum Querschnitte des ganzen Organs eine größere Ausdehnung gewinnt, und dass innerhalb des mechanischen Ringmantels das gesamte Grundparenchym derbwandig wird; ob aber das letztere mit seinen immerhin kurzen und nicht im geringsten prosenchymatischen Zellen gerade eine beachtenswerte Steigerung der Zugfestigkeit herbeiführt, will ich nicht behaupten. Einen im wesentlichen gleichen Bau besitzen nach Schwendener die Ranken von *Gloriosa superba* L. Die die Erreichung einer genügenden Schubfestigkeit bezweckenden Einrichtungen zeigen in den untersuchten Familien keine bemerkenswerteren Eigentümlichkeiten. Einige zur Erhaltung der Querschnittsform getroffene Vorkehrungen werde ich beim Assimilationssystem besprechen, da sie in den betreffenden Fällen in erster Linie diesem zu gute kommen.

III. Absorptionssystem.

Da ich nur sehr wenige jüngere Wurzeln untersucht habe, und diese keine Besonderheiten zeigten, so kann ich nichts über die Ausbildung des

Absorptionssystems aussagen; nur bei *Astelia veratroides* Gaud. ist die Zahl der Wurzelhaare eine so große, dass ich nicht umhin kann, diesen Fall wenigstens zu erwähnen, um so mehr, als er mir eine Ausnahme von der Erscheinung zu sein scheint, dass die Entwicklung der Wurzelhaare bei günstigen Bewässerungsverhältnissen eine relativ schwache, dagegen bei ungenügender Feuchtigkeit eine üppigere zu sein pflegt. Gerade bei *Astelia* dürfte infolge der Standorts- und der klimatischen Verhältnisse zu keiner Jahreszeit ein Mangel an Feuchtigkeit vorhanden sein.

Eine an die Wurzeln vieler epiphytischer Orchideen und Araceen erinnernde »Wurzelhülle« besitzt *Clivia miniata* (Hook.) Bth. Ein Querschnitt durch einen der grünlichen oberirdischen Wurzelteile zeigt die folgenden Verhältnisse: Die häufig mit langen haarförmigen Ausstülpungen versehenen Zellen der äußersten Zellschicht sind mit zahlreichen spiraligen Verdickungsbändern ausgesteift, ebenso die vier bis fünf darauf folgenden Zellschichten. Letztere werden von dem in seinen äußersten Schichten chlorophyllführenden Rindenparenchym durch eine Endodermis getrennt, deren Zellen schwach radial gestreckt sind. Innerhalb des Rindenparenchyms, von diesem wiederum durch eine Scheide getrennt, liegt endlich der Centralstrang der Wurzel.

IV. Assimilationssystem.

Die Zellen des Assimilationssystems sind in den Blättern vieler der untersuchten Liliaceen annähernd isodiametrisch. In anderen Fällen wieder sind sie in der Längsrichtung des Blattes gestreckt (z. B. bei *Hemerocallis fulva* L. u. *Anthericum comosum* Thbg.) und in wieder anderen sind sie palissadenförmig (so im Blatte von *Baxteria australis* Hook., *Stawellia dimorphantha* F. v. M., in den Stämmen vieler *Asparagus*-Arten und von *Thysanotus tuberosus* R. Br., um aus der Fülle der Beispiele wenigstens einige herauszugreifen). Eine hiervon abweichende und an *Galanthus* und *Iris* erinnernde Form besitzen in mehr oder weniger hohem Grade die an der Blattoberseite belegenen, assimilierenden Zellen der *Aspidistrinae* und diejenigen von *Erythronium Dens canis* L. Bei all diesen sind die assimilierenden Zellen quer zur Längsrichtung des Blattes gestreckt.

Die Zellwände sind entweder zart und alsdann ohne Tüpfel oder aber sie werden dickwandig und besitzen dann zur Erleichterung der Wasserzufuhr einerseits, der Ableitung der gebildeten Kohlehydrate andererseits zahlreiche Tüpfel (z. B. bei *Xerophyllum asphodeloides* Nutt. und *X. tenax* Nutt., und ganz besonders im Rindenparenchym aller untersuchten *Enargeoideae*, sowie vieler *Herrerioideae*, *Asparagoideae*, *Smilacoideae*, von *Agapanthus multiflorus* Willd. u. s. w.). In den Stengelteilen pflegt der Chlorophyllgehalt in den peripherischen Schichten, wo ja die Assimilation am lebhaftesten ist, am stärksten zu sein; nach innen zu nimmt er immer mehr ab, so dass man die innersten Schichten schon häufig gar nicht mehr recht

zum Assimilationssystem rechnen kann. In dickeren Blättern pflegt in gleicher Weise das assimilatorische System auf die äußersten Schichten beschränkt zu sein.

Sogen. »Armpalissadenzellen«, deren Bauvorzüge zuerst von HABERLANDT einer eingehenden Betrachtung unterzogen wurden, giebt der genannte Forscher von den in Betracht kommenden Pflanzen für *Alstroemeria psittacina* an.

Je nachdem die Ableitung der gebildeten Assimilationsproducte erfolgt, lassen sich rücksichtlich der Ausbildung des Assimilationssystems nach dem Vorgange HABERLANDT's folgende Fälle unterscheiden:

1) Das Assimilationssystem dient zugleich als Ableitungssystem; seine Zellen sind längsgestreckt. (Als Beispiele führe ich nochmals *Hemerocallis fulva* L. und *Anthericum comosum* Thbg. an, sowie die überwiegende Zahl der untersuchten Stämme.)

2) Es ist außer dem Assimilationssysteme ein besonderes Ableitungssystem ausgebildet; die Assimilationsproducte wandern aus dem ersteren direct in das letztere hinein. (Dies ist z. B. der Fall bei den *Aspidistrinae*, bei denen die Assimilationszellen quer zur Längsausdehnung des Blattes gestreckt sind, wogegen die Zellen in der Umgebung der Gefäßbündel längsgestreckt sind.) Weitere Beispiele für die Ausbildung eines leitenden Systems bieten *Allium Victorialis* L., *Asphodelus ramosus* L. β) *Villarsii*, *Thysanotus tuberosus* R. Br. Bei diesen drei letztgenannten liegen zu äußerst palissadenförmige Zellen, welche nach innen zu mehreren auf je einer, in der Längsrichtung gestreckten Zelle aufsitzen. Die Palissadenzellen von *Asphodelus Villarsii* sind außerdem noch deshalb bemerkenswert, weil bei ihnen die Anordnung in Trajectorien auf das nächstliegende Gefäßbündel zu, als ein weiterer Ausdruck des Princips der Stoffableitung auf möglichst kurzem Wege deutlich zu erkennen ist.

3) Die Assimilationsproducte wandern aus dem Assimilationsgewebe zunächst in ein Zuleitungsgewebe, und erst aus diesem gehen sie in das Ableitungssystem über. Dies ist z. B. der Fall bei *Nolina longifolia* (Karw.) Engler, bei welcher unterhalb der Palissadenzellen der Blattoberseite mehrere Zellschichten liegen, deren Zellen quer zur Längsrichtung des Blattes gestreckt sind und in (der Blattoberseite parallelen) Bogenlinien angeordnet sind. Erst nach dem Durchgange durch diese Zellen können die Assimilationsproducte in das ableitende Gewebe übergehen.

Im ganzen und großen lässt sich noch als eine Regel für die Ausbildung des Assimilationssystems in den untersuchten Familien angeben, dass dasselbe an der dem Lichte zugekehrten Oberseite chlorophyllreicher ist als an der Unterseite, und dass dasselbe oberseits nur wenig große Intercellularräume besitzt, wogegen in den unteren Gewebsschichten, entsprechend ihrer Function als Durchlüftungssystem, größere und zahlreichere Intercellularen ausgebildet werden. In den meisten Fällen ist die morpholo-

gische Oberseite mit der physiologischen Oberseite identisch, in einigen Fällen jedoch lässt die Ausbildung des Assimilationssystems deutlich erkennen, dass die morphologische Unterseite dem Lichte zugekehrt ist, dass also eine Drehung des Blattstiels stattgefunden hat. Dies ist z. B. der Fall bei *Enargea marginata* Banks et Sol., *Enargea polyphylla* (Hook f.) F. v. M., *Enargea radicans* (R. et P.) F. v. M., *Geitonoplesium cymosum* (R. Br.) A. Cunn., (dagegen nicht bei der nahe verwandten Gattung *Eustrephus!*), *Drymophila cyanocarpa* R. Br., allen untersuchten Arten von *Alströmeria*, *Bomarea linifolia* Bak., *Bomarea glaucescens* (H. B. K.) Bak. — Einen anderen Grund hat jedoch die Verwandlung der morphologischen Oberseite in die physiologische Unterseite bei *Allium ursinum* L. Bei diesem biegt sich der lange der Zwiebel entspringende Blattstiel so weit über (ohne jede Drehung!), dass das normaler Weise nach unten gewendete Leptom nach oben zu liegen kommt. Ich füge noch hinzu, dass in der Mehrzahl der betrachteten Fälle sich die physiologische Unterseite als solche dadurch zu erkennen giebt, dass auf ihr ausschließlich Spaltöffnungen entwickelt sind, wogegen sie der anderen Blattseite fehlen.

Es erübrigt jetzt noch, einige Einrichtungen zu besprechen, welche der mechanischen Festigung des Assimilationssystems dienen. Zu diesen gehört zunächst die Verstärkung der Wandungen der chlorophyllführenden Zellen durch ein feinmaschiges Netz unzähliger zarter Verdickungsleisten, wie wir es bei *Alania Endlicheri* Kth. und noch schöner bei *Arnocrinum Drummondii* Endl. finden. Weniger zahlreich, aber desto kräftiger sind die Verdickungsleisten der Zellen des Mesophylls von *Lapageria rosea* R. et P. — Eine Schutzeinrichtung für das Palissadengewebe beim Einsinken des Blattes infolge zu starken Wasserverlustes stellen vielleicht auch die senkrecht zur Blattoberseite gestellten Lamellen ziemlich derbwandiger schlauchförmiger Zellen in den Blättern verschiedener *Velloziaceae* dar, wobei noch beachtenswert ist, dass sie annähernd in der Oberfläche des Palissadengewebes abschließen und sich nicht etwa bis zur äußersten Epidermis fortsetzen, denn einmal sind die Zellen der letzteren durch ihre etwas derberen Wandungen schon genügend geschützt und zweitens haben wir hinlänglich Beispiele genug, welche zeigen, dass ein Einsinken der Epidermis gar nicht verhindert zu werden braucht. (Ich erinnere nur an verschiedene Bromeliaceen.) Im Stengel von *Johnsonia lupulina* R. Br. sind die peripherischen Schichten des Grundgewebes derbwandig. Durch sie und durch die Bastrippen werden mechanisch widerstandsfähige Rinnen geschaffen, welche dem Assimilationsgewebe vollkommen ausreichenden Schutz gewähren.

Vorteilhaft ist es, in mechanischer Beziehung wenigstens, auch jedenfalls für das assimilatorische Gewebe, wenn im Blatte sich ringsherum subepidermaler Bast befindet, welcher das erstere wie eine schützende Röhre umgiebt. Bei *Borya* ist ein solcher Schutz allerdings erst dann möglich,

wenn durch Transpirationsverluste der Querschnitt des Blattes so weit verkleinert ist, dass die Bastmassen seitlich auf einander stoßen; bei *Alania* dagegen (vergl. Fig. 2–6) ist dieser Schutz stets vorhanden, da hier die die Atemhöhlen, oder besser »Atemrinnen« auskleidenden Zellen die mechanischen Querverspannungen zwischen den Bastmassen bilden. Ein ganz ähnlicher Schutz wird auch ausgeübt in den Fällen, in denen die Epidermis (*Laxmannia* sp. z. B.) mechanisch wirksam ist, oder in denen ein mechanisch widerstandsfähiges Hypoderm ausgebildet ist. (*Baxteria australis* Hook.) Für die letztgenannten Fälle finden sich in der schon öfters citierten Arbeit von Schmidt mehrfache Beispiele angegeben. Zum Schluss endlich möchte ich noch der Strebewände von *Kingia australis* R. Br. gedenken, deren Bau Tschirch in seiner Arbeit über die genannte Pflanze eingehend geschildert hat, und welche neben dieser mechanischen Bedeutung noch insofern von Nutzen sind, als die durch sie herbeigeführte Kammerung des Assimilationssystems verhütet, dass infolge der Zerstörung einzelner Partieen dieses Gewebes das Leben der ganzen Pflanze gefährdet wird. Näheres über diese Verhältnisse findet sich in der eben citierten Arbeit Tschirch's, auf welche ich hiermit verweise.

V. Leitungssystem.

A. Zellmorphologie.

Im Hadrom der Gefäßbündel finden sich in den untersuchten Familien sowohl Gefäße und Tracheiden wie begleitendes Parenchym.

Die primären Gefäße sind ausnahmslos eng und entweder Ring- oder Spiralgefäße. Es hat den Anschein, als ob, abgesehen von diesen primären Gefäßen, das Vorkommen von Gefäßen bei den untersuchten Pflanzen ein sehr beschränktes ist, da ich Perforationen im Blatt niemals, in Stamm und Wurzel nur in den unten angegebenen Fällen beobachtet habe. Dafür erreichen aber die Tracheiden, die sich häufig durch die ganze Länge des Schnitts verfolgen lassen, eine beträchtliche Länge, so dass also doch eine genügende Ausgiebigkeit der Wasserleitung ermöglicht wird.

Die Wandungen der Tracheiden und Gefäße zeigen die mannigfachsten Verdickungsformen. Während bei einem Teil der *Melanthioideae*, den *Allioideae* und besonders den *Lilioideae* die Aussteifung der Zellen weitaus überwiegend durch Spiralbänder erfolgt (eine ungewöhnliche Stärke erreichen diese in den Wurzeln von *Borya*), gewinnt wieder in anderen Unterfamilien, welche zum Teil auch systematisch mit einander verknüpft sind, die (bisweilen behöftporige) treppenförmige Verdickungsweise die Oberhand[1]). Kaum minder hänfig als diese beiden Verdickungsarten ist auch die netzförmige Verdickung der Zellwände.

---

1) *Dracaenoideen* (mit Ausnahme der secundären Bündel im Stamm), *Asparagoideae, Enargeoideae, Smilacoideae, Ophiopogonoideae, Aletroideae, Herrerioideae.*

Durch ein Doppelsystem, einmal von zarten längsverlaufenden und ıußerdem von kräftigeren schwach schräg gestellten spiraligen Verdickungs-eisten werden die Gefäßwandungen in der Wurzel der Amaryllidacee *Hy-nenocallis* sp. ausgesteift. Die Weite der Gefäße und Tracheiden schwankt nnerhalb ziemlich weiter Grenzen und erreicht ihr Maximum, wie dies auch u erwarten ist, bei den kletternden und schlingenden Formen. Nach-tehend gebe ich für einige derselben die Weite der Gefäße in mm an.

Smilax lanceaefolia Roxb.	0,144—0,143
» *odoratissima* Bl.	0,1 —0,114
» *glycyphylla* Sm.	0,071—0,086
» *leucophylla* Bl.	0,14 —0,175
Herreria interrupta Griseb.	0,07 —0,1
» *Salsaparilla* Mart.	— bis 0,129

Einfache Perforationen kommen vor in den Wurzeln von *Alania End-icheri* Kth., *Acanthocarpus Preissii* Lehm., *Borya nitida* Labill., *Borya septen-rionalis* F. v. M., *Laxmannia gracilis* R. Br., *Stypandra caespitosa* R. Br., *sphodelus ramosus* L. β, *Villarsii*. Leiterförmige, schräggestellte, vielsprossige 'erforationen habe ich in folgenden Fällen beobachtet: *Herreria Salsapa-illa* Mart., *Herr. Salsap.* Mart. β, *interrupta* Griseb., *Herr. stellata* R. et ., *Polygonatum giganteum* Dietr., *Asparagus acutifolius* L., *Aspar. laevissi-ius* Steud., *Danaë racemosa* (L.) Mönch., *Semele androgyna* (L.) Kth. (da-egen habe ich sie bei den drei untersuchten Arten von *Ruscus* nicht finden önnen), *Lapageria rosea* R. et P., *Geitonoplesium cymosum* (R. Br.) A. Cunn., *milax lanceaefolia* Roxb., *Sm. glycyphylla* Smith., *Sm. leucophylla* Bl., *Sm. doratissima* Bl., *Sm. herbacea* L., *Rhipogonum scandens* Forst., *Heterosmilax 'audichiana* DC. Nicht ganz sicher habe ich sie bei einzelnen anderen *'nargeoideae* und in den Wurzeln von *Astelia*-Arten (z. B. *A. Banksii* A. unn.) beobachtet.

Die Zellen des die Gefäße und Tracheiden begleitenden Parenchyms ieten in ihrem Bau nichts Auffälliges; ich will nur hinzufügen, dass sie elegentlich etwas Chlorophyll führen. Niemals habe ich bemerkt, dass n Gefäß oder eine typische, dünnwandige Tracheide an Bast direct an-ößt, sondern stets werden in diesem Falle dünnwandige Parenchymzellen ı mindestens einer Schicht eingeschaltet. Besonders augenfällig ist dieses erhalten in den Wurzeln der Arten von *Borya*. In den Fällen, in denen ie Gefäßbündel normal gebaut sind, sind sämtliche Zellen des Leptoms ırtwandig und documentieren hierdurch, wie durch ihren sonstigen Bau, ıss sie ausschließlich der Stoffleitung dienen. In den meisten Fällen ssen sich zwei Arten Zellen unterscheiden: weitere (wahrscheinlich Sieb-hren) und engere (Geleitzellen und Cambiformzellen).

Mit den mir zu Gebote stehenden Objectiven konnte ich Siebplatten ır bei *Borya nitida* Labill. und *B. septentrionalis* F. v. M., ferner, und var äußerst schön und deutlich, bei sämtlichen untersuchten *Herreria*-

und *Smilax*-Arten beobachten. Das Maximum ihrer Weite erreichen die Siebröhren in eben denselben Pflanzen, welche auch die weitesten Gefäße aufweisen, den kletternden und schlingenden *Smilax* und *Herreria*. In mm beträgt z. B. die Weite der Siebröhren bei

Smil. lanceaefolia Roxb.	0,048
» *leucophylla* Bl.	0,055—0,072
» *odoratissima* Bl.	0,03 —0,04
Herrer. Salsaparilla Mart.	0,042—0,072
H. Sals. β *interrupta* Griseb.	0,057.

Bei den Arten von *Smilax* beziehen sich die angegebenen Werte übrigens auf die großen Siebröhren in den markständigen Bündeln; die der Peripherie näher liegenden Bündel besitzen beträchtlich engere Siebröhren.

B. Bau der Gefäſsbündel.

Die Bündel der Blätter sowohl wie die — wenigstens der oberen — Stengelteile sind collateral gebaut. Dagegen ist es nicht selten, dass in den unteren Stengelteilen, Rhizomen und Zwiebelachsen die Bündel concentrisch, und zwar perihadromatisch sind, indem die trachealen Elemente das Leptom rings herum umgeben. Eine große Anzahl Beispiele dafür, dass die unten concentrischen Bündel nach oben hin ganz allmählich in collaterale übergehen, haben u. a. Falkenberg, Russow und Guillaud gegeben; von den von mir untersuchten Pflanzen zeigten dieselbe Erscheinung z. B. *Laxmannia squarrosa* Lindl., *Stawellia dimorphantha* F. v. M., *Lomandra ammophila* F. v. M., *Calectasia cyanea* R. Br., *Acanthocarpus Preissii* Lehm., *Scilla hispanica* Mill., *Lophiola aurea* Ker. Bei letztgenannter Pflanze kann man auf einem und demselben Querschnitt alle möglichen Übergänge zwischen collateralen und concentrisch gebauten Bündeln verfolgen. Ich werde hierauf noch bei Gelegenheit der Besprechung der Abweichungen vom normalen Bau der Gefäßbündel zu sprechen kommen.

Bei den normal gebauten Bündeln der untersuchten Familien hat das Hadrom auf dem Querschnitt eine V- oder hufeisenförmige Gestalt; die primären Ring- und Spiralgefäße liegen in dem Winkel des V, die Leptomelemente in der Öffnung des letzteren. Der mechanische Schutz wird in den Bündeln des Stammes, sofern sie sich nicht an den mechanischen Hohlcylinder anlegen, durch zwei Bastschienen bewirkt, und zwar pflegen, wie teilweise schon oben auseinander gesetzt wurde, diese Schienen um so kräftiger ausgebildet zu sein, je näher das Bündel der Peripherie liegt, was ganz abgesehen von den Vorteilen einer solchen Anordnung für die Gesamtbiegungsfestigkeit des betr. Organs, schon deshalb erklärlich erscheint, da die Schutzbedürftigkeit des Mestoms mit dem Abstande von der »neutralen Faser«, hier der Stengelachse, auch eine größere wird. Dass der

Schutzbeleg auf der Leptomseite durchgängig kräftiger ist als auf der Hadromseite, ist eine auch sonst häufig gefundene Erscheinung und ohne weiteres verständlich. Ähnliche Schutzbelege besitzen auch die Bündel des Blattes, wofern sie sich nicht an die der Gesamtfestigkeit dienenden Träger anlehnen. Eine Ausnahme machen nur die Bündel vieler *Lilioideae*, *Allioideae* und einiger *Melanthioideae* und *Asphodeloideae*, in deren Blättern mechanische Elemente fehlen, die Festigkeit der Blätter also durch den Turgor der Zellen hergestellt wird. Bei *Lyttonia modesta* Hook., *Sandersonia aurantiaca* Hook., *Dipidax ciliata* ist merkwürdiger Weise der mechanische Schutz auf der Hadromseite größer als auf der Leptomseite, dasselbe ist auch der Fall bei den Bündeln des Blattrandes von *Kniphofia*-Arten und *Notosceptrum andongense* (Bak.) Bth.-H. In den Fällen, in denen Bündel sich außerhalb des Sclerenchymmantels des Stengels finden (*Eccremis coarctata* (R. et P.) Bak., *Dianella coerulea* Sims., nach Engler ferner *Polygonatum anceps*) sind solche stets mit kräftigen Schutzschienen versehen.

In dem Centralstrange der Wurzeln ist die Anordnung der Hadrom- und Leptompartien die übliche. In der Mitte ist entweder (vergl. Haberlandt l. c. p. 234. Fig. 80. *Allium ascalonicum*) ein großes Gefäß vorhanden, oder die Mitte wird von dünnwandigem Grundparenchym erfüllt (häufig der Fall, so z. B. bei *Paradisea Liliastrum* (L.) Benth.). Nicht selten zerreißt dieses zartwandige Gewebe, so dass wir in älteren Wurzeln einen centralen Luftraum finden (z. B. *Stypandra caespitosa* R. Br., *Dianella coerulea* Sims.), in anderen Fällen werden dort, wo die Hadromplatten nach innen zu aufhören, einige Zellschichten mechanisch wirksam, während das Gewebe in der Mitte noch zartwandig bleibt (z. B. *Asphodelus ramosus* L. β *Villarsii*; *Chlorophytum Orchidastrum* Lindl. Bei diesen beiden finden sich jedoch in dem zartwandigen Grundparenchym immerhin einige Zellen eingestreut, deren langgestreckte Zellform und Wanddicke darauf schließen lassen, dass sie mechanisch nicht unwirksam sind). Endlich finden sich auch — namentlich bei Xerophyten — Fälle, in denen das ganze Grundgewebe mechanisch wirksam ist. (Aus der Gruppe der *Johnsonieae* wurde schon oben *Borya* besprochen.)

Die primären Ring- und Spiralgefäße liegen, wie dies ja die Regel ist, außen, und die Hadromplatten strahlen von ihnen aus nach innen. Bei einigen Johnsonieen ist die Zahl der Leptomgruppen größer als die der Hadromplatten: *Alania Endlicheri* Kth., *Stawellia dimorphantha* F. v. M., *Laxmannia gracilis* R. Br. u. a.). Vielleicht kommt dieses Verhalten dadurch zu stande, dass die zwischen die Hadromplatten eingeschalteten Platten mechanischen Gewebes sich nach außen hin gabeln und sich nun zwischen diese Gabelungen das Leptom lagert. Das Pericambium ist in der Mehrzahl der Fälle zartwandig; dickwandig habe ich es jedoch bei *Alania Endlicheri* Kth., *Laxmannia brachyphylla* F. v. M. gefunden (dünnwandig ist es dagegen bei der systematisch nahe verwandten *Sowerbaea juncea* Sm.). Die

Zahl der »Strahlen« ist in fast allen Fällen eine beträchtliche, nur in sehr dünnen Wurzeln geht sie etwas herunter. In Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen Russow's und anderer habe ich nie bemerkt, dass die Hadromplatten bis zum Centrum reichen; jedenfalls gehört also der von Haberlandt abgebildete Fall (von *Allium ascalonicum*) zu den Ausnahmen.

In sehr vielen Fällen werden die Stränge des Leitungsgewebes von sog. »Stärkescheiden« umschlossen. Die Zellen dieser Scheiden sind chlorophyllfrei in den Fällen typischster Ausbildung; in anderen Fällen wieder zeichnen sich die Zellen des die Bündel begleitenden Parenchyms weniger vor den übrigen Zellen des Nachbargewebes aus, da sie ebenfalls Chlorophyll führen. Die Zellen der oben genannten Scheiden sind entweder ganz wenig (z. B. *Borya septentrionalis* F. v. M.) oder aber stärker (z. B. *Laxmannia gracilis* R. Br.; viele *Haemodoraceae*) längsgestreckt. Die Wandungen geben Cellulosereaction und besitzen häufig mehr oder minder zahlreiche Tüpfel. Die weitesten Zellen der Gefäßbündelscheiden liegen an der Grenze des Hadroms und Leptoms; bisweilen wird an diesen Stellen die Scheide auch mehrschichtig. Bei *Barbacenia Alexandrinae* R. Schomb. und *Vellozia brevifolia* Seub. (Vgl. Fig. 17) sind die Scheidenzellen innenseitig stärker verdickt, und die Innenwände werden von zahlreichen Poren durchsetzt. In einigen Fällen umfaßt die Scheide nicht ein einzelnes Bündel, sondern einen aus mehreren Bündeln (*Baxteria australis* Hook., *Laxmannia* spec., *Alania*?) bestehenden Complex.

Bei mehreren *Asphodeloideae* habe ich auch die Gefäßbündelanastomosen von derartigen Scheiden begleitet gefunden, bei *Stypandra caespitosa* R. Br. stehen die Scheiden benachbarter Bündel des Blattes sogar durch Stränge in Verbindung, welche ausschließlich aus dünnwandigen Zellen bestehen, deren gestreckte Form keinen Zweifel darüber aufkommen lässt, dass sie einen ziemlich lebhaften Säfteverkehr von Bündel zu Bündel vermitteln. Neben diesen Anastomosen finden sich auch noch solche, welche außer derartigen Zellen noch in der Mitte Tracheiden enthalten, die beiderseits mit dem Hadrom der beiden Bündel in Verbindung stehen. Für die verschiedenen Typen der Gefäßbündelscheiden in den Blättern verschiedener *Liliaceae, Haemodoraceae* und *Conostylideae* finden sich in der Schmidt'schen Arbeit mehrfach Beispiele citiert, so dass ich nur auf diese zu verweisen brauche.

Ganz ähnliche Scheiden, wie wir sie um die Gefäßbündel finden, begleiten auch die subepidermalen Baststränge überaus häufig, sich im microscopischen Bilde auf den ersten Blick durch den Mangel an Chlorophyll heraushebend. Häufig enthalten sie große Prismen von Calciumoxalat, dagegen erinnere ich mich nicht, mit Ausnahme der unten erwähnten Fälle, ein einziges Mal Stärke und andere Inhaltsstoffe in ihnen gefunden zu haben. Endlich wird auch der mechanische Hohlcylinder im Stamm in der Regel von einer Schicht chlorophyllfreier, mit zahlreichen, rundlichen Poren ver-

sehener Zellen nach außen hin begrenzt; zuweilen sind auch noch die nächstfolgenden Schichten des Rindenparenchyms fast oder ganz chlorophyllfrei. Stärke habe ich (bei einigen *Enargeoideae* z. B.) nur dann in dieser Ringscheide getroffen, wenn auch in anderen Zellschichten solche vorkam, wobei überdies noch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass die Stärke erst beim Schneiden in die Zellen der Scheide hineingeraten ist, wenngleich mir dies nicht wahrscheinlich erscheint.

Die Function der Parenchymscheiden betreffend möchte ich zunächst auf die Arbeit von Gilg (Beiträge z. vergl. Anatomie der *Restionaceae* 1891) verweisen. In dieser Arbeit wird, und wie mir scheint mit vollkommenem Recht, der Parenchymscheide (zunächst der *Restionaceae*) in erster Linie eine wasserspeichernde Rolle zugesprochen. Auf S. 17ff. des Sonderabdrucks entwickelt Gilg die mehrfachen Gründe, welche ihn zu einer solchen Auffassung von der Function der Parenchymscheide (dieser Name erscheint mir deshalb ebenfalls als der passendste, da er lediglich die Form der Scheidenelemente in Betracht zieht und keinerlei Behauptungen betreffs der Function der Scheide involviert) geführt hat. Ein Teil dieser Gründe erscheint mir für die *Liliaceae* gerade so gut anwendbar zu sein, wie unten ausgeführt werden soll, und deshalb erscheint auch mir die Gilg'sche Annahme höchst wahrscheinlich. Zum Teil ähnliche Ansichten vertritt auch Schmidt (Dissertation, S. 29 des Sonderabdrucks): »In Verbindung mit der Oberhaut tritt die Scheide nur in den Fällen, wo jene, wie wir gesehen haben, wegen ihres anatomischen Baues als Wasserspeicherungsgewebe anzusprechen ist, also z. B. bei *Haemodorum paniculatum* und *H. planifolium*. Es wird also auch hier, wie es Westermaier für andere Fälle ausgeführt hat ein directer Verkehr ermöglicht zwischen dem äußeren Wassergewebemantel einerseits und den zuleitenden Elementen, den Bündeln, und dem inneren Speichergewebe andererseits. Wo dagegen die Epidermis nur eine mechanische Function zu erfüllen hat, fällt der Scheide allein die Aufgabe zu, das Assimilationssystem mit dem Leitungsgewebe in Verbindung zu setzen; ein Herangehen derselben bis zur Epidermis ist dann nicht notwendig und findet auch nicht statt.«

Diese Ausführungen scheinen mir die Rolle der Parenchymscheiden in den betrachteten Familien ziemlich vollständig zu characterisieren, und ich will nur noch einige weitere Fälle anführen, welche geeignet sind, die obigen Ansichten zu stützen. Es erscheint vor allem höchst auffallend, dass (s. auch das obige Citat der Arbeit von Schmidt) sich so überaus häufig ein Zusammenhang der Parenchymscheide mit der — und zwar zumeist der oberen — Epidermis beobachten lässt, und zwar gerade dann, wenn die Epidermis wegen der Zartheit ihrer Wände als Wassergewebsmantel aufzufassen ist. Ein derartiger Zusammenhang wäre kaum verständlich, wenn man nicht annehmen wollte, dass die Epidermis in dieser ihrer Function durch die Parenchymscheide unterstützt würde. Sehr schön lässt

sich der Zusammenhang der oberen Epidermis mit der Parenchymscheide bei *Hosta coerulea* (Andr.) Tratt., *Hemerocallis flava* L. und besonders bei *Phormium tenax* Forst. beobachten, sowie bei verschiedenen *Haemodoraceae*. Bei letzteren finden sich zuweilen in ein und demselben Blatte 1. Scheiden, welche ein der Epidermis genähertes Bündel hufeisenförmig umfassen und beiderseits an die zartwandige Epidermis stoßen, so dass ein schmaler Streifen der letzteren die Scheide schließt, 2. solche, welche um das Bündel rund herum greifen und die Epidermis nur tangieren, 3. solche, welche tiefer im Blatt gelegene Bündel umgeben, ohne in irgend welche Berührung mit der Epidermis zu treten. In diesem Falle würde also eine Wasserabgabe dem Assimilationsgewebe direct zu gute kommen. Ein etwas abweichendes Verhalten finden wir bei einigen Arten von *Vellozia* und *Barbacenia* (z. B. *Vellozia brevifolia* Seub. und *Barb. Alexandrinae* R. Schomb.). Hier sind die Bündel des Blattes ebenfalls von Scheiden umgeben; nur an einem schmalen Streifen der Oberseite fehlen bei *Barb. Alexandrinae* R. Schombgk. die Scheidenzellen, da hier die Lamellen von senkrecht zur Blattfläche gestellten, schlauchförmigen, chlorophyllfreien Zellen auf der oberen Bastschiene des Bündels direct aufsitzen. Diese schlauchförmigen Zellen stehen also zunächst seitlich in Verbindung mit der Parenchymscheide der Bündel. Andererseits stehen sie aber auch in Verbindung mit der mehrschichtigen Epidermis der Blattoberseite. Die Wandungen dieser Epidermis sind für ein Wassergewebe allerdings reichlich dick, aber trotzdem ist man kaum berechtigt, der Epidermis eine solche Function abzuerkennen, zumal für die Frage der Durchlässigkeit außer der Dicke auch noch die chemische Beschaffenheit der Zellwandungen in Betracht kommt. Räumt man aber für die Epidermis die Möglichkeit ein, dass sie trotz ihrer relativ derben Wandungen als Wasserspeichergewebe dient, so ergiebt sich die Frage, von wo aus dieses gespeist wird. Zwei Möglichkeiten stehen offen: entweder von den seitlichen Partieen der Scheide aus durch die Zellen des chlorophyllführenden Parenchyms und weiter durch die Palissadenzellen, oder aber von der Scheide aus durch die Vermittlung der schlauchförmigen Zellen. Für das erstere spricht die Zartwandigkeit der Zellen des Assimilationsgewebes; für das letztere, dass die Zahl der eingeschalteten Querwände eine geringere ist. Wahrscheinlich dürften wohl beide Wege von den Bündeln zur Epidermis benutzt werden, in jedem Falle besteht aber auch hier anscheinend eine bequeme Verbindung zwischen der Parenchymscheide und der mehrschichtigen oberen Epidermis einerseits mit dem Assimilationsgewebe andererseits. Eingehender werden diese Verhältnisse von Warming besprochen. Mit Recht betont derselbe die jederzeit zu beobachtende Continuität des chlorophyllfreien, wasserspeichernden Systems, bestehend aus Gefäßbündelscheide, den oben erwähnten schlauchförmigen Zellen und der Epidermis; auch darf man nicht ausser Acht lassen, dass die Gefäßbündelscheiden stets leicht von den Tracheiden

und Gefäßen aus mit Wasser gespeist werden können. — Des weiteren kann ich zu Gunsten der Gilg'schen Ansicht anführen, dass ich Stärke ebenfalls nur ganz ausnahmsweise in den Zellen der den mechanischen Ring im Stamm umgebenden Scheide gefunden habe. Ferner habe ich bei *Smilax glycyphylla* Sm. (weniger deutlich bei *Heterosmilax Gaudichiana* DC.) ein gut Teil über dem Boden den Ring von einer typischen U-Scheide umgeben gefunden, deren Zellen nur noch ein ganz kleines Lumen besaßen; weiter oben dagegen grenzt außen an den Ring eine zartwandige Parenchymscheide. Es ist dies ein ganz ähnliches Verhalten, wie es Gilg bei einer Anzahl *Restionaceae* gefunden hat, woraus derselbe den Schluss zieht, dass »eine Leitung von unten nach oben in der Parenchymscheide nicht stattfinden kann«.

In den Fällen, in denen sich zwischen subepidermalen Bastrippen und Assimilationsgewebe Parenchymscheiden vorfinden, fällt nach Schmidt, wie schon erwähnt, den letzteren gelegentlich die Aufgabe zu, das Assimilationsgewebe mit dem Leitungssystem in Verbindung zu setzen. Eine derartige Verbindung habe ich namentlich dann beobachtet, wenn die Bündel sich an die Subepidermalrippen anlehnten. Dagegen fehlt eine derartige Scheide der Bastrippe in den Blättern von *Stawellia dimorphantha* F. v. M. Es ist indes hier eine Parenchymscheide auch gar nicht nötig, da die Ableitung der Assimilate nach den Bündeln viel directer ohne eine solche stattfinden kann.

Nach alledem erscheint es auch mir, dass einerseits die Parenchymscheiden Wasserreservoire sind, welche von den Gefäßbündeln aus gespeist werden und ihr Wasser teils an die Epidermis, teils an das assimilierende Gewebe direct abgeben, und dass andrerseits durch sie auch eine Verbindung zwischen dem letztgenannten Gewebe und den Gefäßbündeln in den Fällen hergestellt wird, in denen sonst eine Ableitung der Assimilationsproducte (z. B. durch hart an das chlorophyllführende Gewebe herantretende Bastmassen) erschwert wäre. Würden die Bündel ohne Vermittlung einer Parenchymscheide an das Assimilationsgewebe stoßen, so würde eine Wasserversorgung desselben von den Bündeln aus nur durch die zwei schmalen Streifen erfolgen können, welche zwischen den Bastschienen an den Seiten des Bündels frei bleiben. Zwischen den einzelnen Zellen des Assimilationssystems sind aber die Berührungsflächen ziemlich klein, und daher stößt eine ausgiebigere Leitung von Wasser auf Schwierigkeiten. Wird dagegen eine Parenchymscheide eingeschaltet, so wird zunächst die Berührungsfläche des Assimilationssystems mit dem wasserführenden Gewebe bedeutend vergrößert; andrerseits kann aber auch die ganze Parenchymscheide von den Gefäßbündeln aus viel leichter mit Wasser gefüllt werden, da ihre einzelnen Zellen lückenlos an einander schließen und große Berührungsflächen gemeinsam haben.

Im Gegensatze zu den Parenchymscheiden haben die Schutzscheiden,

wie wir sie in den Wurzeln, in seltenen Fällen auch in den untersten Stammteilen [*Smilax* spec., *Heterosmilax* (vgl. oben)] finden, einesteils mechanische Functionen zu erfüllen, anderenteils bezwecken sie, indem sie den das Mestom enthaltenden Centralstrang umgeben, eine Einengung der Stoffleitung. In vielen Fällen sind die Schutzscheiden rings herum gleichmäßig ausgebildet; in einigen Fällen dagegen (z. B. Arten von *Allium*, ganz besonders schön aber bei *Astelia Banksii* A. Cunn. und *Astelia veratroides* Gaud.) zeigen sich den Gefäßplatten opponiert die bekannten »Durchgangszellen«, die nach den Untersuchungen SCHWENDENER's den Wasserverkehr zwischen der Rinde und den Gefäßen vermitteln.

Die Zellen der Schutzscheiden sind seltener dünnwandig (auffallender Weise z. B. auch bei *Stawellia dimorphantha* F. v. M., die sonst mehrfach xerophile Eigenschaften aufweist, so daß man auch eine kräftig verdickte Schutzscheide erwarten sollte), meist aber sind sie mehr oder minder U-förmig verdickt. Die gelblichbraunen bis braunen Wandungen zeigen eine meist sehr deutliche Schichtung und werden von Porenkanälen durchzogen. Nicht selten erfolgt eine Verstärkung der Schutzscheide dadurch, daß auch die nächste oder die nächsten Schichten des Rindenparenchyms dieselbe Zellausbildung zeigen wie die Schutzscheide (*Astelia Banksii* A. Cunn., *A. veratroides* Gaud., *Borya*, *Acanthocarpus Preissii* Lehm. u. a.). Dass die Art der Verdickung der Schutzscheidenzellen innerhalb derselben Gattung beträchtlichen Schwankungen unterliegen kann, hat u. a. schon SCHLEIDEN für *Smilax* gezeigt, ähnlich verhält sich nach HABERLANDT auch *Ruscus*. Die Verstärkung der Schutzscheide durch Sclerenchymzellen, deren Wandungen von verästelten Porenkanälen durchsetzt sind, wurde für *Stypandra caespitosa* R. Br. schon oben erwähnt.

Es ist nach SCHWENDENER eine ausnahmslose Regel, dass die Wurzeln von Felsen- und Steppenpflanzen verstärkte Scheiden besitzen. Ebenso finden sich aber, wie derselbe Forscher hervorhebt, solche Verstärkungen bei manchen hydrophilen Gewächsen, deren Standorte zeitweise austrocknen. Von hierher gehörigen Pflanzen giebt SCHWENDENER als Beispiele an: *Dasylirion* für die erste Kategorie, *Narthecium ossifragum* (L.) Huds. und *Tofieldia calyculata* Wahlbg. für die zweite.

Öfter als man vermuten sollte (etwa bei dem fünften Teile aller Gattungen) finden sich größere oder geringere Abweichungen vom normalen Bau der Gefäßbündel. Allgemein bekannt sind in dieser Hinsicht die secundären Gefäßbündel der mit Dickenwachstum begabten *Dracaenoideae* etc.; dieselben sind aber schon so häufig untersucht und beschrieben worden, dass ich sie nicht erst zu schildern brauche, sondern mich damit begnügen kann, auf die Litteratur zu verweisen. Im Allgemeinen lässt sich die Regel aufstellen, dass die Bündel die größten Abweichungen im Blatte aufweisen, dass aber bei den Pflanzen, bei denen dies der Fall ist, auch schon im Stamme sich meist Andeutungen jener Abweichungen zeigen,

welche wir im Blatte finden (z. B. *Alania Endlicheri* Kth., die Arten von *Ophiopogon*, *Liriope*, *Peliosanthes*, *Aletris*; *Tofieldia palustris* Huds.; *Pleea tenuifolia* Michx., *Nietneria corymbosa* Kl.).

Die Abweichungen vom normalen Bau der Gefäßbündel sind noch unbeträchtlich in den Stengeln von *Sowerbaea juncea* Sm. Bei dieser zeigen nur wenige Elemente des Leptoms eine schwächere oder stärkere Verdickung ihrer Wandungen. In stärkerem Maße ist dies schon bei *Stawellia dimorphantha* F. v. M. der Fall; auch die Bündel im Stengel von *Paris quadrifolia* L. lassen auf Querschnitten im Leptom ein Netzmaschenwerk von Zellen mit stärker verdickten Wandungen hervortreten. Teils dick-, teils dünnwandige Elemente finden wir auch im Leptom von *Calectasia cyanea* R. Br. und *Lanaria plumosa* Mund et Maire. Bei den Bündeln des Stengels von *Lomandra pallida* F. v. M. schiebt sich vom Bastbelege des Leptoms aus eine Brücke dickwandigerer Zellen in das Leptom hinein. Diese Zellen unterscheiden sich von den Zellen des Bastes durch ihr etwas engeres Lumen, ihre weniger prosenchymatische Gestalt, sowie dadurch, dass ihre Wandungen stärker verholzt sind und zahlreichere und mehr rundliche oder ovale Poren besitzen.

Weit häufigere und tiefer greifende Abweichungen vom normalen Bau finden wir, wie schon erwähnt, in den Blättern. Auch hier bestehn diese Abweichungen in erster Linie darin, dass im Leptom Zellen mit stärker verdickten Wandungen auftreten. Zum Teil sind derartige Verhältnisse schon von Russow, Kny, af Klercker, Schmidt und anderen beschrieben worden. Häufig stößt die erschöpfende Beschreibung auf Schwierigkeiten, die man nur dadurch heben könnte, dass man derselben durch eine bildliche Darstellung zu Hilfe kommt. Leider muss ich darauf verzichten, Art für Art zu beschreiben und diese Beschreibung durch eine genügende Anzahl Abbildungen zu unterstützen, da eine derartige Arbeit allein mehrere Bogen füllen würde. Jedenfalls müsste die Untersuchung einer noch größeren Zahl von Arten äußerst interessante Resultate ergeben, zumal wenn auch die Entwickelungsgeschichte der Bündel hierbei berücksichtigt würde. Im folgenden habe ich versucht, die vorkommenden Verhältnisse, soweit dies angängig, in eine Anzahl Typen einzuordnen, die zum Teil schon von Kny und Russow aufgestellt worden sind.

A. Im zartwandigen Leptom treten isolierte dickwandige Zellen auf (*Astelia Banksii* A. Cunn.).

B. Ein Netzmaschenwerk dickwandiger Zellen durchzieht auf Querschnitten das Leptom. (*Xerotes Sonderi* F. v. M.; *Nolina longifolia* (Karw.) Engl.; *Nolina microcarpa* Wats., *Dracaena densiflora* Bak. u. a.).

C. Die Zahl der dickwandigen Zellen nimmt so weit zu, dass die dünnwandigen Zellen in wenigzelligen (1–3 Zellen in jeder Gruppe) Gruppen dem dickwandigen Gewebe eingesprengt sind. Nach Schmidt und

Russow entsprechen die dickwandigen Zellen den Geleitzellen und nicht etwa Bastzellen. Auch ich muss zugeben, dass die von Schmidt (und vor ihm auch von Kny) angegebenen Unterschiede dieser Zellen von den Bastzellen [nicht so stark prosenchymatische Zellform; größere Zahl (rundlicher!) Poren] bestehn, aber häufig genug finden sich auch derartige Zellen, bei denen die Poren nicht allzu zahlreich sind und schon etwas schräg stehn, so dass eine scharfe Grenze zwischen Bast und dickwandigem Leptom nicht zu ziehn ist. Eine derartige Structur des Leptoms findet sich z. B. bei *Alania Endlicheri* Kth., *Aletris*, *Ophiopogon*, *Peliosanthes*, *Liriope*, *Speiranthe*, sowie bei verschiedenen Gattungen der *Tofieldieae*.

Auf S. 165 seiner »Vergleichenden Untersuchungen«, sowie auf S. 8 seiner »Betrachtungen« behauptet Russow, dass »bei *Aspidistra elatior* Bl. (*Plectogyne variegata* Link.) sämtliche Phloëmelemente (auch die Siebröhren!) verholzen«. Diese Beobachtung kann ich durchaus nicht bestätigen. Auf dickeren Schnitten scheinen sich allerdings nach Einwirkung von Phloroglucin durch Salzsäure alle Elemente des Phloëms tief violettrot zu färben; auf hinreichend dünnen Schnitten erkennt man indes ohne Mühe, dass zwischen den dickwandigen stark verholzten Zellen des Phloëms, in Gruppen von 1—3, zartwandige Zellen liegen, deren Wandungen nicht verholzt sind«, also ein ganz ähnliches Verhalten wie bei *Ophiopogon*.

D. Vom Leptombeleg aus reicht zum Hadrom eine Brücke dickwandiger Zellen, so dass jedes Bündel zwei getrennte Leptompartieen hat. Ein derartiges Verhalten zeigen die Bündel der Blattoberseite verschiedener Arten von *Dasylirion*, ferner die Bündel von *Xerophyllum tenax* Nutt., *Xer. asphodeloides* Nutt. u. a. Vorwiegend in zwei seitlichen Partieen sind die zartwandig gebliebenen Leptomzellen angeordnet bei Arten von *Tofieldia*[1]), indes bilden diese Fälle schon Übergänge zwischen diesem und dem vorigen Typus. Bei anderen Arten [*T. Moritziana* (Kl.); *T. guianensis* (Kl.), *T. glutinosa* (Pursh)] schiebt sich

E. vorwiegend eine mittlere Brücke dickwandiger Zellen vom Hadrom aus in das Leptom hinein; außer dieser Brücke treten noch verdickte Zellen (je nach der Art mehr oder minder zahlreich) in den seitlichen Partieen auf, so den Übergang zum Typus C. vermittelnd.

Eine Anzahl Fälle, welche von den eben angegebenen Typen mehr oder weniger abweichen, hat Schmidt in seiner Arbeit angegeben. Seinen Angaben über den Bau des Blattes von *Dasypogon* will ich noch entnehmen, dass in den Bündeln des Blattes ebenfalls parenchymatische verdickte Leptomelemente vorkommen, wie aus dem folgenden Citat (l. c. p. 17) hervorgeht: Bei den Bündeln von *Kingia* und *Dasypogon* erhalten wir dasselbe Querschnittsbild, wie es Kny (in seiner ebenfalls öfters citierten

1) z. B. *T. calyculata* Wahlbg.

Arbeit) für einige *Pandanus*-Arten gegeben hat: »Das letzte große Gefäß des Holzkörpers oder eine Gruppe von wenigen Gefäßen wird allseitig von Sklerenchymzellen umfasst und dadurch von dem übrigen Teil des Holzkörpers getrennt. Diesem Sklerenchym ist der Weichbast in mehr oder weniger zahlreichen kleinen Gruppen eingestreut.« . . . Dieser Beschreibung entspricht auch die Anordnung der Elemente in den Bündeln von *Kingia* und *Dasypogon*, doch sind hier jene dickwandigen Zellen ebenfalls nur parenchymatische Leptomelemente, so dass das große Gefäß nicht mitten im Sklerenchym liegt, sondern durch Phloëmteile vom übrigen Holzkörper getrennt ist.« — Erwähnenswert erscheint mir ferner, dass (nach Schmidt) »das aus sehr langgestreckten Palissadenzellen gebildete Assimilationssystem von dem mächtig entwickelten Wassergewebe ganz gegen die Unterseite des Blattes gedrängt wird, so dass es hier einen sichelförmigen Belag der Epidermis bildet.« —

In den Blütenstandsstielen habe ich bei beiden Arten einen subcorticalen Bastmantel gefunden. Bei beiden Arten trägt die mit dünnen Wandungen versehene Epidermis derbe, abwärts gerichtete Zotten. Die Gefäßbündel der Blütenstandsstiele weichen ebenfalls dadurch vom normalen Bau ab, dass die Elemente des Leptoms zum Teil verdickte Wandungen besitzen. Besonders werden die an der Grenze des Leptoms und seines Bastbeleges gelegenen Zellen dickwandig; außerdem ist aber auf Querschnitten das Leptom noch von einem Netzmaschenwerk dickwandiger Leptomzellen durchzogen, zwischen denen die Gruppen der zartwandig bleibenden Leptomelemente liegen. Die dickwandigen Leptomzellen sind lang gestreckt; ihre Wandungen zeigen rundliche oder ovale Tüpfel und ihre Querwandungen sind meist etwas schräg gestellt.« —

Noch in anderer Hinsicht ist nach Schmidt die Bündelanlage bei *Kingia* interessant (S. 27 u. Fig. 21 bei Schmidt). Betrachtet man den Querschnitt des Blattes, so erblickt man jenes oben beschriebene Bündel rings herum von Bast umgeben, während sich seitwärts in derselben Höhe an die Außenseiten der Bastrippen je eine kleine Gruppe von Zellen anlegt, die sowohl aus zartwandigen als auch aus verdickten Elementen besteht; die zartwandigen liegen immer nach derselben Seite hin wie das Leptom des Hauptbündels, die dickwandigen zeigen oft behöfte Poren, so dass man wohl annehmen darf, Leptom und Hadrom kleiner Bündel vor sich zu haben. Zuweilen erblickt man auf günstigen Querschnitten, wie der sonst ununterbrochene Bastring seitlich aufgehoben und eine Verbindung zwischen dem Hauptbündel und den anliegenden kleineren durch Mestomelemente hergestellt ist. Man kann also hier auch nur ein einziges Bündel annehmen, von dem auf weite Strecken durch dazwischen geschobenen Bast seitliche Teile abgetrennt sind, die dann an einigen Stellen durch Querverbindungen mit der Hauptmasse im Zusammenhange geblieben sind.

Ein ganz ähnliches Verhalten wurde bei *Calectasia* (und *Dasypogon*) beobachtet.« —

Wenig abweichend hiervon ist der Bau der Gefäßbündel in den Blättern von *Baxteria australis* Hook. Innerhalb einer großzelligen, chlorophyllfreien Parenchymscheide liegt zunächst ein großes, durch Bastzellen ausgiebig geschütztes Bündel, dessen Tracheiden relativ eng sind, und dessen Leptom bis auf 2—3 wenigzellige Gruppen stark verdickte Wandungen besitzt. Diese Zellen sind langgestreckt, besitzen viel weniger schräg gestellte Querwände als die Bastzellen der Schutzbelege und unterscheiden sich von den letzteren durch die größere Zahl und die rundliche Form der Poren. An den Seiten des eben beschriebenen Bündels und von diesem durch dickwandige (bastähnliche) Zellen getrennt, befinden sich nun zwei kleinere Zellgruppen, welche meistens lediglich aus dünnwandigen Leptomzellen bestehen. In vielen Fällen erschien es, als ob auf derselben Seite, nach der der Hadromteil des mittleren Bündels gekehrt ist, einige dickwandigere, behöftporige Tracheiden vorhanden wären, so dass es auch hier wahrscheinlich ist, es handle sich um zwei kleinere Mestombündel, die mit dem größeren Mittelbündel zu einem Ganzen verschmolzen sind.

Auch bei verschiedenen *Johnsonieae* umgiebt die Parenchymscheide nicht e i n Bündel, sondern mehrere, meist drei. Als Beispiele nenne ich *Laxmannia gracilis* R. Br. (vgl. Fig. 11) und *Laxm. sessiliflora* F. v. M. In der erwähnten Skizze wird die Stärke der Verholzung an den verschiedenen Stellen des das Blatt durchziehenden Gefäßbündelcomplexes durch die Stärke des Tones angegeben, und gerade diese Bilder schienen mir bei der mikroskopischen Untersuchung dafür zu sprechen, dass hier mehrere Bündel (und nicht, wie mir die Ansicht Schmidt's für *Kingia* u. s. w. zu sein scheint nur e i n einziges, von dem auf längere oder kürzere Strecken hin Teile abgespalten sind) vorliegen, da es bei der Kleinheit der einzelnen Zellen nicht immer ganz leicht war ohne Färbung zu unterscheiden, ob man es mit Hadrom- oder Leptomelementen zu thun hatte. Ebenso erscheint es mir äußerst wahrscheinlich, dass auch bei *Alania Endlicheri* Kth., *Borya nitida* Labill. und *B. septentrionalis* F. v. M. nicht nur e i n Bündel beim Aufbau des centralen Gefäßbündelstranges im Blatte beteiligt ist, wennschon es noch einer eingehenderen Untersuchung bedürfte, um dies mit völliger Sicherheit festzustellen. Hoffentlich kann ich in einer späteren Arbeit noch einmal auf diese Verhältnisse zurückkommen.

C. Anordnung, Verlauf und Entwickelungsgeschichte der Gefäfsbündel.

Litteratur: (vergl. Übersicht).

de Bary, Falkenberg, Guillaud, Russow, Hedv. Lovén, Sigr. Andersson, E. Scholz, Röseler.

Da ich über eigenes Beobachtungsmaterial bezüglich des Verlaufes und der Entwickelungsgeschichte der Gefäßbündel nicht verfüge, so verweise ich auf die obige Litteratur, in welcher sich ein großer Teil schätzbarer Angaben befindet. Auf eine, selbst auszugsweise Wiedergabe glaube ich verzichten zu sollen, da ein kurzes Referat sich überhaupt kaum herstellen lässt, und da außerdem für eine vorwiegend systematische Arbeit die Resultate der genannten Forscher nicht das Interesse bieten, welches sie sonst beanspruchen. Im Nachstehenden will ich nur noch einige kurze Bemerkungen über die Verschiedenheiten angeben, welche die Verteilung der Gefäßbündel auf dem Querschnitt aufweisen kann.

In der Mehrzahl der Fälle finden wir, wie schon erwähnt, keine Bündel mitten im Rindengewebe. Zu den schon oben (Abschnitt »Mechan. System«) gegebenen Beispielen will ich noch *Behnia reticulata* (Thbg.) Diedr. hinzufügen, an deren schräg verlaufenden Stengelrippen ebenfalls Bündel aus dem mechanischen Ringmantel heraustreten, wogegen bei *Ruscus aculeatus* L. den Stengelrippen keine Gefäßbündel entsprechen. Bei *Allium hymenorhizum* Herb. stehen die Gefäßbündel in zwei Kreisen; einer lehnt sich außen, einer innen an den Bastmantel an. Ebenfalls in zwei Kreisen stehen die concentrisch gebauten Bündel im untersten Teile des Stengels von *Stawellia dimorphantha* F. v. M. In den allermeisten Fällen aber lässt sich eine regelmäßige Anordnung der Bündel nicht erkennen. Eine Ausnahme machen nur *Paris quadrifolia* L.[1]), *Trillium sessile* L., *Tr. obovatum* Pursh, *Tr. grandiflorum* Salisb. Bei *Paris quadrifolia* L. lässt sich im Stengel, sowohl unterhalb wie oberhalb des Blattquirls, in der Mitte ein aus vier kleinen Bündeln bestehender Kreis erkennen. Mit diesem und unter einander alternieren die beiden nächstfolgenden, aus je vier größeren Bündeln bestehenden Kreise. Endlich verlaufen, wiederum mit diesen acht größeren Bündeln alternierend, außerhalb derselben noch acht kleinere, anscheinend einem Kreise angehörige Bündel. Leider war es mir nicht möglich, mit genügender Sicherheit die Verteilung der Gefäßbündel im Stengel derjenigen Arten von *Paris* festzustellen, welche eine mehr als vierzählige Blüte besitzen. Die von mir untersuchten Herbarexemplare waren so stark gepresst, dass — selbst noch nach durch Zusatz starker Kalilauge bewirkter Quellung — eine regelmäßige Anordnung der Gefäßbündel nicht recht ersichtlich war. Das Vorhandensein von zwölf größeren Bündeln bei *P. quadrifolia* L. β *hexaphylla* Cham. lässt es indes wahrscheinlich erscheinen, dass bei dieser Varietät an Stelle der viergliedrigen Kreise sechszählige treten. Bei den untersuchten Arten von *Trillium* haben wir ganz entsprechende Verhältnisse wie bei *Paris quadrifolia* L., nur dass die drei inneren Kreise dreizählig sind, und die außerhalb derselben verlaufenden kleineren Bündel sechs an der Zahl sind. In beiden

1) cf. SCHULTZ-SCHULTZENSTEIN: Das Leben der Pflanze.

Fällen aber entspricht die Zahl der Bündel der Zahl der Blütenteile. Nicht ganz sicher habe ich feststellen können, in welcher Weise sich die Bündel der Blätter von den Bündeln des Stengels abzweigen, und ich muss mich daher auf die folgenden Angaben beschränken. Kurz unterhalb des Blattquirls lösen sich die Bündel in eine größere Zahl schwächerer Stränge auf, von denen ein Teil (nach FALKENBERG sind es in jedem Blatte fünf) in die Blätter ausbiegen, während die übrigen im Stengel verbleiben und kurz oberhalb des Blattquirls ihre alten Stellungsverhältnisse zeigen.

In den Phyllocladien der *Asparageae* wendet die Mehrzahl der Bündel ihr Leptom nach ein und derselben Seite, und nur wenige Bündel sind anders orientiert.

In den Blättern ist die Orientierung der Hadrom- und der Leptomteile der Bündel recht verschieden durchgeführt, wie aus folgender Übersicht erhellt:

A. Blätter flach; ihre Spreitenhälften nicht mit einander verwachsen.

a. Die morphologische Oberseite entspricht der physiologischen Oberseite.

I. Alle Bündel parallel orientiert; Hadrom der Oberseite zugekehrt (*Aletris*; der häufigste Typus).

II. Hadrom des mittleren Bündels nach oben gewendet; das der randständigen Bündel nach außen gekehrt; die dazwischen liegenden Bündel nehmen eine Mittelstellung zwischen dem Rand- und dem Mittelbündel ein (*Ophiopogon*).

Bei *Sowerbaea laxiflora* Lindl. sind überhaupt nur drei Bündel vorhanden.

b. Die morphologische Oberseite entspricht der physiologischen Unterseite. Die Bündel kehren ihr Hadrom der morphologischen Oberseite zu (*Allium ursinum*, *Drymophila*, *Enargea* u. a.)

B. Blätter flach; schwertförmig. Ein Querschnitt durch den oberen Teil des Blattes zeigt eine Anordnung der Bündel in zwei Reihen; alle Bündel wenden ihr Hadrom nach innen. Ein Querschnitt durch den untersten Teil des Blattes zeigt nur eine Reihe Gefäßbündel, welche ihr Leptom nach außen kehren. Ganz dieselbe Anordnung der Bündel würde sich ergeben, wenn man sich bei einem gewöhnlichen Blatte die Spreitenhälften nach oben zusammengeklappt und nachträglich mit einander verwachsen denkt. (Einige *Melanthioideae*, *Haemodoraceae*, *Conostylideae*).

a. Bündel der rechten und linken Seite opponiert (*Conostylis dealbata* Lindl., *Tofieldia palustris* Huds.).

b. Bündel der rechten und linken Seite alternierend (*Pleea tenuifolia* Michx.).

C. Blätter dick, im Querschnitt dreieckig oder rundlich. Bündel im Gegensatze zu A und B nicht in einer Ebene liegend.

a. Alle Bündel ihr Hadrom nach derselben Seite (Oberseite) kehrend. *Dasylirion acrotrichum* Zucc.; *D. serratifolium* Karw. et Zucc.; *Nolina microcarpa* Wats.; *N. longifolia* (Karw.) Engl.; *Cordyline rubra* Hügel., *C. Banksii* Hook. f. Auch bei *Yucca gloriosa* L. β *recurvatifolia* Salisb. ist das Hadrom bei den meisten Bündeln nach oben gewendet, desgleichen bei *Y. filamentosa* L. und *Y. baccifera*. Dagegen ist bei der derselben Gruppe angehörenden *Dracaena reflexa* nach de Bary das mittlere Bündel mit dem Hadrom nach oben gekehrt, während bei den übrigen Bündeln das Hadrom stets innen liegt, das Leptom nach außen. Eine einheitliche Orientierung der Bündel findet nach de Bary ebenfalls statt bei der Amaryllidacee *Agave americana*. Bei dieser wenden die in der chlorophyllfreien Mittelschicht verlaufenden Bündel sämtlich ihr Hadrom nach oben; dagegen liegt dasselbe bei den peripherischen Bündeln des Blattes stets nach innen. Bei *Allium nutans* L. und *A. Babingtoni* Borr. liegt das Hadrom der großen in der Blattmitte verlaufenden Bündel nach oben; die kleineren Bündel, welche teils der Oberseite, teils der Unterseite genähert sind, wenden ihr Hadrom stets nach innen.

b. Alle Bündel kehren ihr Hadrom nach innen, ihr Leptom nach außen. Hierher gehören nach Prollius die Blätter der Aloineen; ferner findet sich diese Orientierung der Bündel bei *Notosceptrum andongense* (Bak.) Benth.-Hook. und anderen Kniphofineen; ferner bei den Arten von *Allium* und *Asphodelus* mit hohlen Blättern von rundlichem oder dreieckigem Querschnitt; bei *Milla biflora* Cav., *M. capitata* Baker, *Stropholirion californicum* Torr., *Gagea reticulata* Schult., *Stawellia dimorphantha* F. v. M., *Johnsonia* u. a.

c. keine durchgreifende Orientierung der Bündel endlich findet statt in den Blättern der Arten von *Sanseviera*.

VI. Speichergewebe

Schon bei der Besprechung des Hautsystems war mehrfach darauf ingewiesen worden, dass man nach den Untersuchungen Westermaier's nd anderer in den meisten Fällen der Epidermis, besonders noch, wenn ie mehrschichtig wird, eine wasserspeichernde Function zusprechen muss. s war des weiteren erwähnt worden, dass in dem Falle, dass die Epidermis er Wasserspeicherung dient, mit ihr häufig die Parenchymscheiden der ündel in Verbindung treten, und dass infolgedessen an eine Unterstützung er Epidermis in ihrer wasserspeichernden Function durch die Parenchymcheide gedacht werden kann. In sehr vielen Blättern findet sich aber

auch noch ein inneres Wasserspeichersystem, bestehend aus einem zartwandigen, chlorophyllfreien Parenchym, welches zwischen den Gefäßbündeln auftritt. Bei *Phormium tenax* Forst. lässt sich sehr schön die Verbindung dieser Gewebsmassen mit den Parenchymscheiden der Gefäßbündel durch fast chlorophyllfreien Zellen beobachten, und da die Gefäßbündelscheiden wiederum mit der oberen Epidermis in Berührung treten, so stehen alle der Wasserspeicherung dienenden Gewebe im *Phormium*-Blatte mit einander in Verbindung.

In älteren Blattteilen von Pflanzen, die zwischen den Gefäßbündeln des Blattes Platten von wasserspeicherndem Parenchym ausbilden, vertrocknet und zerreißt dieses Parenchym in der großen Mehrzahl der Fälle, so dass das Blatt alsdann von einer Anzahl paralleler Luftgänge durchzogen wird. Von den überaus zahlreichen hierher gehörigen Beispielen will ich nur *Chlorogalum pomeridianum* Kth. nennen, bei dem die genannten Luftgänge besonders mächtig entwickelt sind. Stets bleibt jedoch die an das Mestom anstoßende Parenchymschicht erhalten, zweifellos, um überhaupt die Verbindung des Assimilationssystems mit den Bündeln zu unterhalten. In dicken Blättern von dreieckigem oder rundlichem Querschnitt, wie wir sie bei *Aloineae, Dracaenoideae, Sanseviera* finden, tritt das innere, chlorophyllfreie Parenchym in den Dienst der Wasserspeicherung. Bei *Sanseviera* besitzen die Zellen dieses Parenchyms, wie schon de Bary und nach ihm Schmidt hervorhob, eine Aussteifung in Form spiraliger Verdickungsbänder. Ähnliche Spiralverdickungen will Schmidt an den Wänden der Wassergewebezellen der Arten von *Ophiopogon* gesehen haben; es ist mir indess trotz eifrigsten Suchens niemals gelungen, auch nur Andeutungen derselben zu finden. Jedenfalls hat Schmidt nur trocknes Material zur Untersuchung benutzt und die Faltungen der Zellwände für Verdickungsbänder angesehen, vielleicht hierin bestärkt durch das Vorkommen solcher Aussteifungsvorrichtungen bei der in den »Natürl. Pflanzenfam.« zu den *Ophiopogonoideae* gestellten *Sanseviera*.

Das

Grundgewebe

der untersuchten *Liliaceae* u. s. w. besteht aus in der Regel mehr oder minder längsgestreckten Zellen mit rechtwinklig gestellten Querwandungen. Die Wandungen sind entweder, wie bei den krautigen Formen, dünn und zart, oder aber, wie wir dies bei den *Herrerioideae, Asparageae, Smilacoideae, Enargeoideae* finden, sie sind derb und mit vielen, rundlichen Poren versehen. Hand in Hand mit dieser Derbwandigkeit geht meist eine stärkere Verholzung der Wandungen. Die kürzesten Zellen finden sich in der Mitte des Stammes, nach außen hin werden die Zellen immer länger und gehen allmählich in die Zellen des mechanischen Ringmantels ohne scharfe Grenze über.

Der Inhalt der Zellen des Grundgewebes ist meist farblos; in einigen Fällen (z. B. *Sanseviera guineensis* Willd.) enthalten die Grundgewebszellen in der Nähe der Gefäßbündel Chlorophyll in kleiner Menge; selten findet sich auch in einzelnen Zellen (z. B. *Lapageria rosea* R. et P.) ein brauner, anscheinend gerbstofflicher Inhalt; etwas häufiger kommen Raphiden vor. Dagegen gehört das Auftreten von Stärke in den Stengelteilen mehrjähriger Pflanzen zu den häufigeren Vorkommnissen (*Enargea*, *Lapageria*, *Smilax*, *Rhipogonum scandens* Forst., *Tricyrtis macropoda* Miqu., *Xiphidium floribundum* Sw. u. a.). Die Form der Stärkekörner ist stets rundlich, nur bei *Enargea radicans* (R. et P.) F. v. M. sind sie stäbchenförmig, gerade oder stumpfwinkelig gebogen, bisweilen mit etwas angeschwollenen Enden. In Blättern habe ich nur selten (*Gilliesia montana* Poepp., *Dilatris umbellata* L.) Stärke gefunden, dagegen häufig und in großer Menge in Knollen, Wurzeln und Rhizomen (z. B. *Gloriosa virescens* Lindl., *Tofieldia pubens* Ait., *Rhipogonum scandens* Forst u. a.).

VII. Durchlüftungssystem.

Die Intercellularräume zeigen nur bei einer Anzahl xerophiler *Liliaceae* etc. eine eigenartige Ausbildung. Von Tschirch (»Über einige Beziehungen« . . . Linnaea IX.) sind für *Kingia* und einige andere Pflanzen die seitdem öfters gefundenen bekannten »Gürtelkanäle« beschrieben worden, welche in mehrfacher Anzahl, unter einander parallel verlaufend, jede Palissadenzelle umziehen. Gilg und nach ihm Schmidt haben aber gezeigt, dass die Behauptung Tschirch's, bei *Kingia*, *Hakea*, *Restio* seien nur diese Ringkanäle ausgebildet, nicht aber auch zugleich in der Längsrichtung der Palissaden verlaufende Intercellulargänge, für die von ihnen untersuchten Fälle (d. h. außer den drei g e n a n n t e n Gattungen auch noch bei einer größeren Anzahl anderer) entschieden unrichtig ist.

Soweit meine eigen Beobachtungen reichen, kann ich die Angaben Gilg's und Schmidt's nur ausnahmslos bestätigen. Hiermit fällt, wie seitens der genannten beiden Autoren hervorgehoben wird, die Tschirch'sche Deutung der physiologischen Bedeutung der Gürtelkanäle: »Durch diese Einrichtung muss der Wasserdampf offenbar, um vom Innern des Blattes nach außen zu gelangen, einen weit längeren Weg zurücklegen, indem er, statt in gerader oder gewundener Linie, in Zickzackbahnen das Gewebe durchzieht.« Ein Fehlen der Längskanäle wäre übrigens auch schon deshalb unwahrscheinlich, weil in diesem Falle durch die Ringkanäle einzelne, isolierte Intercellularräume geschaffen würden, die weder untereinander noch mit anderen Intercellularen in Verbindung stehen würden. Wie bei einer solchen Unterbrechung der Continuität des Durchlüftungssystems ein Gasverkehr erfolgen sollte, wäre nicht ersichtlich.«

Derartige Ring- oder Gürtelkanäle habe ich in Stamm und Blatt ver-

schiedener *Lomandra*-Arten, bei vielen *Conostylideae* und ganz besonders schön und deutlich im Blatt von *Xerophyllum asphodeloides* Nutt. und *Xerophyllum tenax* Nutt. beobachtet, ferner finden sie sich in der inneren Palissadenschicht des Blattes von *Stawellia dimorphantha* F. v. M.

Eine Anordnung des Assimilationssystems in untereinander anastomosierenden Platten, welche senkrecht zur Längserstreckung des Blattes stehen, habe ich bei *Alania Endlicheri* Kth. und *Baxteria australis* Hook. beobachtet.

Als weitere Durchlüftungseinrichtungen haben wir die durch Zerreißen und Absterben eines zartwandigen, ursprünglich wohl der Wasserspeicherung dienenden Parenchyms entstehenden Luftgänge zwischen den Bündeln der Blätter vieler Liliaceen zu betrachten; dieselbe Rolle spielen auch die centralen Luftgänge in den Blättern zahlreicher Arten von *Allium* und in den Stengeln einer großen Anzahl krautiger *Liliaceae, Haemodoraceae* und *Amaryllidaceae.*

Äußerst weite Luftkanäle durchziehen das Rindenparenchym der Wurzel von *Astelia pumila* Spr. Der von einer kräftig entwickelten Schutzscheide umgebene Centralstrang erscheint auf Querschnitten gleichsam von dünnen Zellfäden, die ringsherum von ihm nach der Epidermis ausstrahlen, aufgehängt, und nur die äußersten, der Epidermis benachbarten Zellschichten zeigen einen lückenlosen Zusammenhang ihrer Zellen.

Spaltöffnungen finden sich entweder nur auf der Unterseite der Blätter ausgebildet, oder sie treten auch oberseits, dann aber in der Regel weniger zahlreich als unterseits auf. In denjenigen Fällen, in denen die morphologische Oberseite zur physiologischen Unterseite wird, pflegt die Zahl der Spaltöffnungen auf dieser größer zu sein als auf der anderen Seite des Blattes. Auf den beiden, gleichen Belichtungsverhältnissen ausgesetzten Seitenflächen der reitenden Blätter der *Tofieldieae*, *Haemodoraceae* und *Conostylideae* sind beiderseits keine Unterschiede in der Spaltöffnungszahl zu erkennen. — Die Richtung der »Centralspalte« läuft der Richtung der das Blatt der Länge nach durchziehenden Nerven parallel. Weniger häufig vermißt man eine bestimmte Orientierung der Spaltöffnungen (z B. *Smilax* spec., *Paris* spec., *Trillium* spec.), und nur in einem einzigen Falle waren die Spaltöffnungen derart orientiert (*Philesia buxifolia* Lam.), dass die Spaltrichtung rechtwinklig zur Längsrichtung des Blattes stand. Der Bau der Schließzellen der Spaltöffnungen ließ in den von mir beobachteten Fällen stets die Erfüllung derjenigen Bedingungen erkennen, welche nach den Ausführungen Schwendener's ein Spiel des ganzen Spaltöffnungsmechanismus ermöglichen. Stets bleibt ein, wenn auch in einigen Fällen sehr schmaler Streifen der Rückenwand der Schließzellen unverdickt; die Stärke der beiden der Bauchseite zugewendeten Verdickungsleisten der Schließzellen schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen. Sehr

schwach sind z. B. die Verdickungsleisten der Schließzellen im Blatte von *Behnia reticulata* Diedr., wogegen wieder bei vielen xerophilen Liliaceen geradezu exorbitante Verdickungen auftreten, so dass nur noch ein ganz schmaler Streifen vom Zelllumen übrig bleibt. Bei *Hemerocallis fulva* L. und anderen Arten dieser Gattung ist von der Rückenwand nur ein schmaler, dem Blattinnern zugekehrter Streifen unverdickt geblieben; eine ähnliche Verdickungsweise ist, soviel ich weiß, schon früher für *Iris* beschrieben worden. In den Fällen, in denen die Zellen der Epidermis ganz oder teilweise kräftig verdickte Wandungen besitzen, bleiben, wie dies auch schon von Schmidt hervorgehoben wurde, die Nebenzellen der Spaltöffnungen ganz oder teilweise von dieser Wandverdickung ausgeschlossen, um ein Schließen und Öffnen der Spaltöffnungen nicht überhaupt unmöglich zu machen.

Schon bei *Baxteria australis* Hook. (Fig. 7) zeichnen sich die Nebenzellen dadurch aus, dass auch ihre Außenwandungen im Gegensatze zu den übrigen Epidermiszellen zart und unverdickt bleiben. Bei den Arten von *Conostylis* (z. B. *Con. Melanopogon*; *Con. graminea* Endl. bei Schmidt in Fig. 16 abgebildet) bleiben ebenfalls sämtliche Wandungen der Nebenzellen zart, während in anderen Zellen der Epidermis eine so starke Verdickung der Wandungen eintritt, dass das Lumen fast vollständig verschwindet. Bleiben jedoch die Außenwandungen der Nebenzellen dickwandig, so findet sich diejenige Einrichtung ausgebildet, die Schwendener als »Hautgelenk« der Spaltöffnnng beschrieben und gedeutet hat. Ein derartiges Hautgelenk kann z. B. dadurch zustande kommen, dass die Dicke der Außenwandungen nach der Ansatzstelle der Schließzellen zu allmählich abnimmt (z. B. *Hemerocallis fulva* L.; *Lomandra laxa* R. Br.), oder aber die Außenwandungen sind überall gleich dick und nur in der nächsten Nähe der Ansatzstelle der Schließzellen bleibt ein schmaler Streifen unverdickt, der beim Öffnen und Schließen der Stomata als Charnier functioniert. Entweder (*Laxmannia brachyphylla* F. v. M.; *Agapanthus multiflorus* Willd.) liegt das erwähnte Gelenk an der Außenseite der Außenwandungen, oder aber (*Arnocrinum Preißii* Lehm.) es liegt an der Innenseite derselben, wie wir dies bei zahlreichen *Allioideae* finden.

Sind auch die Innenwandungen dickwandig (z. B. *Laxmannia brachyphylla* F. v. M. und *Arnocrinum Preißii* Lehm.), so findet sich nicht selten auch an ihnen ein Hautgelenk ausgebildet.

Gleich an dieser Stelle will ich erwähnen, dass ich nicht ein einziges Mal in den Fällen, in denen die Epidermis wegen der Zartwandigkeit ihrer Zellen als peripherischer Wassergewebsmantel anzusprechen ist, bei *Liliaceae* Nebenzellen, die sich durch ihre Form und Größe von den übrigen Epidermiszellen auszeichneten, gefunden habe. Das Vorkommen von Nebenzellen bei den *Liliaceae* beschränkt sich auf diejenigen Fälle, in denen der Epidermis wegen der Stärke ihrer Zellwandungen eine vorwiegend mechanische Function zugesprochen werden muss. In diesem Falle müssen, um den Spaltöffnungsapparat nicht seiner Functionstüchtigkeit zu berauben, die Nebenzellen von den übrigen Epidermiszellen abweichend gebaut sein.

Über das Vorkommen der Nebenzellen bei den *Haemodoraceae* und einigen Gruppen der *Hypoxidoideae* werde ich im systematischen Teil dieser Arbeit das Erforderliche sagen.

Bezüglich des Niveaus der Spaltöffnungen treten ebenfalls die verschiedensten Verhältnisse auf. Nur sehr selten sind die Spaltöffnungen

nach außen vorgewölbt (so im Stamm von *Behnia reticulata* Diedr.), meist liegen sie mit der Epidermis im gleichen Niveau, oder aber (wie dies ganz besonders häufig aus bekannten Gründen bei xerophilen Pflanzen der Fall ist) sie liegen mehr oder minder eingesenkt. Diese Einsenkung kann entweder durch Überwölbung seitens der angrenzenden Epidermiszellen eintreten (z. B. *Johnsonia lupulina* R. Br., *Stawellia dimorphantha* F. v. M., *Enargea* spec., *Yucca* spec., *Philesia buxifolia* Lam. und zahlreiche andere) oder sie erfolgt schon deshalb, weil das Hautgelenk der Spaltöffnung sich an der Innenseite der stark verdickten Außenwandungen der Nachbarzellen befindet (z. B. *Allium* spec.). Im übrigen verweise ich betreffs dieser Verhältnisse auf die Arbeit von Schmidt.

Zugleich möchte ich noch auf die in Haberlandt's »Physiol. Pflanzenanatomie« auf S. 309 gegebenen Abbildung der Spaltöffnung von *Dasylirion filifolium* aufmerksam machen. Bei dieser Pflanze wird ein noch höherer Schutz gegen übermäßige Verdunstung als er durch einfach eingesenkte Spaltöffnungen erreicht wird, dadurch bewirkt, dass die äußere Atemhöhle durch von den Epidermiszellen ausgehende Leisten in zwei Stockwerke geteilt wird, was den Austritt von Wasserdampf natürlich ungemein verlangsamt. Als ein weiteres Schutzmittel gegen zu große Wasserverluste durch Transpiration ist es wohl zu betrachten, dass bei vielen xerophilen Pflanzen die Spaltöffnungen auf bestimmte Längsstreifen des Blattes beschränkt sind, während alternierend mit diesen Streifen Bastrippen an die Epidermis herantreten und an den letzteren Stellen die Epidermis ihren Charakter als peripherischen Wassergewebsmantel verliert, wie aus der starken Verdickung der Wandungen hervorgeht. Hierdurch wird ein doppelter Vorteil erreicht, denn erstens wird die transpierende Oberfläche des Blattes verkleinert, und zweitens wird die Zahl der Spaltöffnungen im Verhältnis zur gesamten Blattoberfläche verringert. Beispiele finden sich hierfür sowohl bei den australischen *Asphodeloideae* wie bei den *Conostylideae*. Noch wirksamer ist der Schutz dann, wenn die Spaltöffnungen führenden Streifen rillenartig ausgebildet sind. Dies ist z. B. der Fall bei *Nolina microcarpa* Wats. (weniger bei *Nol. longifolia* (Karw.) Engl.). Bei dieser Pflanze sind die Epidermiszellen an den Böschungen der Rillen überdies mit fingerförmigen Ausstülpungen versehen, die kammartig in einander greifen. Der Nutzen einer solchen Einrichtung liegt auf der Hand, denn es könnte kaum auf wirksamere Weise eine Verlangsamung des Luftwechsels in den Rillen erzielt werden als durch ebendiese ineinandergreifenden Ausstülpungen.

Tiefeinschneidende Furchen finden sich auch bei einem Teile der *Velloziaceae* (z. B. *Barbacenia Alexandrinae* R. Schomb., *Vellozia compacta* Mart., *Vell. brevifolia* Seub.) auf der Unterseite der Blätter ausgebildet. Der den (auf diese Furchen beschränkten) Spaltöffnungen gewährte Schutz gegen eine zu große Steigerung der Transpiration wird bei *Barb. Alexandrinae*

noch durch Schuppenhaare verstärkt, welche die Furchen überdecken. In etwas anderer Weise wird derselbe Schutz bei *Vell. brevifolia* erreicht, indem die Epidermiszellen keulenförmige Ausstülpungen tragen, an deren Grunde die Spaltöffnungen eine infolgedessen sehr geschützte Lage einnehmen.

Die Blätter der an das trockene Klima West-Australiens angepassten *Borya*-Arten sind ebenfalls in äußerst wirksamer Weise geschützt. Mit Ausnahme dreier Längsstreifen ist unter der Epidermis der im Querschnitt flach dreieckigen Blätter ein mehrschichtiger Bastmantel ausgebildet. Der Bau der über dem Bast befindlichen Epidermiszellen lässt eine nennenswerte Transpiration auf diesem — dem weitaus größten — Teile der Blattfläche ausgeschlossen erscheinen. Anders ist der Bau der Epidermis in den drei tief einschneidenden Rillen, welche zwischen den Bastmassen das Blatt längs durchziehen. In diesen Rillen sind die Epidermiszellen höher und bedeutend zartwandiger als über dem Bast. Da nur in den drei Rillen das Assimilationssystem an die Epidermis herantritt, so ist auch das Vorkommen von Spaltöffnungen auf die Rillen beschränkt, und durch die geschützte Lage der Spaltöffnungen wird die Transpiration jedenfalls beträchtlich herabgesetzt. Möglicherweise bietet aber der Bau des *Borya*blattes noch einen anderen Vorteil. Sind die Wasserverluste des Blattes so groß geworden, dass eine Verkleinerung des Querschnittes eintritt, so würden in diesem Falle sich die Bastmassen des Blattes seitlich bis zur Berührung nähern und so einen vollständigen Schluss der Rillen herbeiführen. Ob allerdings Wasserverluste von solcher Größe eintreten können, ohne die Lebensfähigkeit des Blattes zu gefährden, bleibt noch dahingestellt. Nach der Besprechung der Fälle, in denen sich die Anpassung an ein trockenes Klima durch Einsenkung der einzelnen Spaltöffnungen oder durch Rillenbildung zu erkennen gab, bleiben mir noch einige weitere Fälle zu erledigen übrig, in denen in dem Bau der inneren Atemhöhle sich das Bestreben kundgiebt, die Verdunstung auf ein möglichst geringes Maß herabzusetzen. Dies wird dadurch erreicht, dass dickwandige, sklerotische Zellen zur teilweisen Auskleidung der Atemhöhle verwendet werden, so dass nur mehr durch die Intercellularen der auskleidenden Zellen Luft zu den Zwischenzellräumen des Assimilationssystems gelangen kann. Zwei hierher gehörige Fälle (*Kingia australis* R. Br., *Xanthorrhoea hastilis* R. Br.) hat bereits Tschirch beschrieben; für eine Anzahl *Restiaceae* wurden ähnliche Schutzeinrichtungen von Gilg geschildert. Die im Querschnitt flach dreieckigen Blätter von *Alania Endlicheri* Kth. (vergl. Fig. 2—6) besitzen einen 4—6-schichtigen, subepidermalen Bastmantel, der nur an zwei schmalen Streifen der beiden nach unten gekehrten Blattseiten unterbrochen ist. Spaltöffnungen finden sich demzufolge nur auf eben diesen beiden Längsstreifen, wie dies in den betreffenden Abbildungen dargestellt ist. Während die über dem Bast gelegenen Epidermiszellen schwach längsgestreckt sind

und schwach gewellte Längsradialwandungen besitzen, sind die Epidermiszellen der spaltöffnungsführenden Streifen nicht nach einer bestimmten Richtung gestreckt, im Flächenschnitt häufig dreieckig oder trapezoëdrisch; ihre Radialwandungen ungewellt. Das Eigentümliche ist nun, dass nicht jede Spaltöffnung ihre besondere innere Atemhöhle besitzt, sondern dass alle Atemhöhlen zu einer einzigen »Atemrinne« mit einander verschmelzen. Würde infolge größerer Transpirationsverluste der Querschnitt des Blattes verkleinert werden, so würden die Ränder der subepidermalen Bastmassen, welche das Blatt wie ein nicht ganz geschlossenes, schützendes Rohr umgeben, sich einander nähern und endlich berühren. Um dies zu verhindern, ist zwischen den die Atemrinne seitlich berührenden Bastmassen eine Querverspannung von gewölbeähnlichem Aussehen hergestellt, welche außerdem noch, wie wir sehen werden, in äußerst wirksamer Weise die Transpiration des Blattes herabsetzt. Wie der Rumpf eines Schiffes durch die Spanten, so wird die Atemhöhle durch neben einander stehende bogenförmig gekrümmte Sklerenchymzellen ausgesteift. Meist liegen auf Querschnitten (Fig. 4) drei, seltener zwei derartige Zellen neben einander; auf Längsschnitten erhalten wir Bilder wie in Fig. 5 u. 6. Die Wandungen der Zellen sind ungleich stark verdickt, stärker nach dem Assimilationsgewebe zu als nach der Atemhöhle, und von rundlichen Porenkanälen durchsetzt. Phloroglucin in Verbindung mit Salzsäure färbt sie tief violettrot.

Bisweilen bekommt man auf Querschnitten Bilder wie in Fig. 3; derartige Wände würden die Atemrinne in längere oder kürzere Abschnitte zerlegen und wären, um in dem oben gewählten Vergleiche zu bleiben, etwa mit den Schotten vergleichbar, durch welche der Raum größerer Schiffe in mehrere Teile geteilt zu werden pflegt.

Der Hauptnutzen der eben beschriebenen Auskleidung der Atemrinnen mit sklerenchymatischen Schutzzellen besteht offenbar in der möglichsten Beschränkung der Transpiration, denn die in den Intercellularen des Assimilationssystems befindliche Luft kann nur durch die kleinen, zwischen den Schutzzellen befindlichen Durchgänge in die Atemrinne gelangen und ein schnellerer Luftwechsel erscheint somit ausgeschlossen. In anderer, kaum minder erfolgreicher Weise als bei *Alania*, wird ein ähnlicher Schutz bei *Baxteria australis* Hook. erzielt. Hier besitzt jede Spaltöffnung ihre besondere Atemhöhle, aber auch hier kleiden unregelmäßig geformte, derbwandige Zellen die Atemhöhle aus, so dass nur zwischen diesen Zellen hindurch die Luft passieren kann. Fig. 7 u. 8 stellen Querschnittsansichten der beschriebenen Einrichtung dar; Fig. 9 u. 10 Flächenansichten, und zwar ist in Fig. 10 der Schnitt durch die subepidermale Zellschicht geführt, bei 9 dagegen etwas tiefer.

Eine Reihe weiterer Einrichtungen (Senkrechtstellung der Blattspreite u. s. w.), welche auf die Verminderung der Transpiration abzielen, hat Schmidt in seiner bereits öfter citierten Abhandlung, die sich gerade

mit diesen Verhältnissen eingehend beschäftigt, beschrieben, so dass ich unter Verweisung auf jene Arbeit dieses Capitel verlassen kann. Nur auf die Entwickelungsgeschichte der Spaltöffnungen möchte ich noch mit wenigen Worten eingehen. In den meisten Fällen erfolgt die Bildung der Mutterzelle der beiden Schließzellen durch Einschaltung einer Radialwandung nahe dem einen Ende der langgestreckten Epidermiszellen (Fig. *a*). Sind Nebenzellen (*Conostylideae*, *Hypoxideae*, *Haemodoraceae*) vorhanden, so tritt eine größere Zahl von Zellteilungen ein (*b*. *Hypoxis glabella* R. Br., *c*. *Hypoxis Baurii* Bak.). Bei *Smilax glycyphylla* Sm. und *S. lanceaefolia* Roxb. werden die Wandungen in der in Fig. *d* angegebenen Reihenfolge gebildet, ebenso ist dies bei *Rhipogonum scandens* Forst. der Fall, nur findet sich hier daneben noch eine Entwickelung wie in Fig. *e*.

a *b*

c *d* *e*

VIII. Inhaltsstoffe.

1. Schleim.

Die von Szyszylowicz empfohlene Corallinreaction auf Pflanzenschleime ist mir niemals geglückt, was vielleicht in der chemischen Constitution der vorliegenden Schleime seinen Grund hatte. So lange nicht die chemische Zusammensetzung der einzelnen Pflanzenschleime genauer bekannt ist, muss man wohl überhaupt auf jegliche brauchbare Reaction zur Erkennung der Pflanzenschleime verzichten. Da ich vorwiegend nach getrocknetem Material arbeitete, so kann ich ohnehin nur in sehr beschränktem Maße Angaben über das Vorkommen von Schleim in den Zellen der von mir untersuchten Pflanzen machen. Bei vielen *Lilioideae*, besonders bei den *Scilleae*, hat der Inhalt sämtlicher Zellen eine mehr oder minder schleimige Beschaffenheit, besonders ist dies in den farblosen Zellen der inneren Blattteile der Fall. Zwischen den Bündeln und der oberen Blattepidermis finden sich bei *Pauridia hypoxidioides* Harv. (und ähnlich bei *Hypoxis glabella* R. Br. und *H. minuta* Thbg.). Zellzüge von Zellen, welche sich von den übrigen Zellen des Blattes durch ihre Größe auszeichnen und welche

von Zellen umgeben sind, die epithelartig ausgebildet sind. Der Inhalt dieser großen Zellen dürfte wohl schleimartig sein, vielleicht treten auch gelegentlich Raphidenbündel in ihnen auf, beobachtet habe ich solche indes niemals. Ähnliche von einem Epithel umgebene Schleimschläuche kommen auch im farblosen Mesophyll von *Albuca aurea* vor. Eine schleimige Consistenz hat ferner der Inhalt der Zellen des farblosen Grundgewebes in den Blättern der *Aloineae* und *Dracaenoideae*.

Im Anschluss hieran möchte ich die von HANSTEIN bei verschiedenen Arten von *Allium* entdeckten Reihen von schlauchförmigen Zellen erwähnen, die er mit den raphidenführenden Schlauchreihen vieler Amaryllidaceen (*Amaryllis*, *Pancratium*, *Eucharis*, *Alstroemeria*, *Narcissus*, *Leucojum*, *Galanthus*) und Liliaceen (*Hyacinthus orientalis*, *Agapanthus*) als »Schlauchgefäße« zusammenfasst. Der Inhalt dieser schlauchförmigen Zellen ist in den Zwiebelschuppen trübe, in den Blättern mehr klar und durchsichtig. Raphiden hat HANSTEIN in diesen Zellen nicht gefunden, eine Beobachtung, die ich nur bestätigen kann. Kürzere Reihen oder einzelne Schläuche hat HANSTEIN bei *Scilla*, *Ornithogalum*, *Muscari* entdeckt.

2. Harz und Öl.

Bei einer Anzahl *Liliaceae* und *Amaryllidaceae* (z. B. *Alstroemeria* sp.) finden sich in Zellen des Grundgewebes hellgelb bis gelb gefärbte Tröpfchen, über deren Natur ich nichts Näheres aussagen kann.

Über die Secretzellen der *Aloineae* werde ich im systematischen Teile unter Zuhülfenahme der Untersuchungen von PROLLIUS und TRÉCUL referieren.

3. Gerbstoffe.

Weit verbreitet ist in den untersuchten Familien das Vorkommen eines braunen Inhaltsstoffes anscheinend gerbstofflicher Natur, es ist mir indes niemals an trockenem Material der chemische Nachweis mit Ferrichlorid gelungen.

In zerstreut liegenden Zellen des Grundgewebes von *Hemerocallis fulva* L. findet sich ein in Wasser löslicher Inhalt, der beim Schneiden das Messer blau färbt und auf Zusatz von Ferrichlorid eine blauschwarze Färbung annimmt.

4. Calciumoxalat.

Am verbreitetsten in der Form von Raphiden. Die Raphidenschläuche liegen entweder zerstreut im Blatte, oder aber sie sind in Längsreihen angeordnet (z. B. *Eriospermum paradoxum* Gawl., *Dichopogon strictus* (R. Br.) Bak., *Tricoryne elatior* R. Br. u. a.).

Längs orientierte prismatische Einzelkrystalle finden sich in den über und unter den Bündeln belegenen Längstreifen der subepidermalen Zellschichten im Blatte von *Geitonoplesium cymosum* (R. Br.) A. Cunn. und *Eustrephus*. Sehr häufig treten sie in Zellen auf, welche an Bastmassen anstoßen, so z. B. bei *Stawellia dimorphantha* F. v. M., allen Arten von

ɔhnsonia, *Chlorogalum pomeridianum* Kth., *Herreria stellata* R. et P. und ahlreichen anderen.

Octaëder (bisweilen in Combination mit Basis und Prisma) habe ich . a. bei *Behnia reticulata* Diedr., *Notosceptrum andongense* (Bak.) Bth.-Hook., *erreria Salsaparilla* Mart. beobachtet.

Häufig legen sich vier bis zahlreiche prismatische Krystalle von größerer icke oder auch nur von Raphidendicke mit ihren Verticalaxen parallel ɘben einander und bilden so gleichsam einen größeren prismatischen rystall von quadratischem Querschnitt. Solche Krystallcomplexe treten B. öfter bei den *Kniphofinae* (*Kniphofia pumila* (Ker.) Kth., *Kniph. Thomni* (Bak.), *Notosceptrum benguelense* (Welw.) Bth.-H., *Notosceptr. andongense* ɜak.) Benth.-H. und *Nolineae*: *Nol. longifolia* (Karw.) Engl., *microcarpa* ats., *Dasylirion acrotrichum* Zucc. auf; außerdem auch noch bei *Conanera bifolia* R. et P.

Secundäres Dickenwachstum

t in den folgenden Fällen innerhalb der untersuchten Familien festgestellt orden:

Aloë (Treviranus); *Lomatophyllum*, *Beaucarnea* (Nägeli). *Dracaena* (Mirl und Du Petit Thouars); *Yucca* (Nägeli); *Cordyline*, *Nolina*, *Aletris* (Schleiɴ); *Agave* (Treviranus und Pax).

Außerdem hat in neuerer Zeit J. af Klercker noch in den Rhizomen n *Aphyllanthes monspeliensis* L. secundäres Dickenwachstum constatiert[1]). ı allgemeinen besitzen die secundären Gefäßbündel zwei, auf demselben ɩdius liegende Leptompartieen, die concentrischen, primären Gefäßbündel ır eine. Derselbe Forscher untersuchte ferner die Rhizome folgender stralischen Verwandten von *Aphyllanthes* auf secundäres Dickenwachstum ln: *Laxmannia minor* R. Br., L., *squarrosa* Lindl., *Borya sphaerocarpa*, *B. ɛens* Labill., *Johnsonia pubescens* und *J. lupulina* R. Br. Von diesen beßen nur die Rhizome von *Johns. pubescens* Dickenwachstum, wogegen es i *J. lupulina* nicht nachgewiesen werden konnte.

Specieller Teil.

Liliaceae.

I. Melanthioideae.

1. Tofieldieae:

An sumpfigen Localitäten der nördlich gemäßigten Zone; nur wenige (*Tofieldia* c., *Nietneria corymbosa* Kl.) auf den Gebirgen des tropischen Amerika und den Anden.

Die Gefäßbündel der Blätter sind in der für schwertförmige Blätter ɔracteristischen Weise angeordnet. Ausnahmslos zeigen die untersuchten

1) Auch hat er solches in Rhizomen von *Asparagus* gefunden, doch giebt er nicht bei welcher Art.

Tofieldieae (*Tofieldia palustris* Huds., *T. calyculata* Wahlbg., *T. pubescens* Pursh., *T. pubens* Ait., *T. Moritziana* (Kl.), *T. guianensis* (Kl.), *T. glutinosa* (Pursh.), *Pleea tenuifolia* Michx., [*Narthecium ossifragum* (L.) Huds., *Nietneria corymbosa* (Kl.) Abweichungen vom normalen Bau der Gefäßbündel in den Blättern, indem die Elemente des Leptoms zum Teil ihre Wandungen verdicken, so dass ein ähnlicher Bau der Bündel resultiert, wie er für *Ophiopogon* im ersten Teile der vorliegenden Arbeit beschrieben wurde. Kleinere Abweichungen kommen unter den einzelnen Arten von *Tofieldia* dadurch zustande, dass bei den einen (*T. Moritziana*, *T. pubens*) das zartwandig bleibende Leptom vorwiegend in zwei, durch eine median verlaufende Brücke geschiedene seitlichen Partieen angeordnet ist, wogegen sich bei anderen Arten (z. B. *T. palustris*, *T. calyculata* und ähnlich bei *Pleea* nebst *Narthecium*) außer zwei etwas größeren seitlichen Leptomgruppen noch wenig zahlreiche wenigzellige Leptomgruppen erkennen lassen, welche dem dickwandigen Gewebe eingesprengt sind.

Von *Narthecium* unterscheidet sich *Pleea* durch die zweischichtige Epidermis, sowie dadurch, dass die Bündel nicht je zwei und zwei opponiert sind, sondern mit einander alternieren.

In Fig. 18 ist ein Querschnitt durch ein Gefäßbündel des Blattes von *Nietneria corymbosa* Kl. dargestellt. Die beiden Leptompartieen sind ganz zur Seite gedrängt und werden nach außen hin von einer Schicht behöftporiger Tracheiden begrenzt.

2. Helonieae:

Auf Japan und Nordamerika beschränkt. Standortsverhältnisse meist ähnlich wie in der vorigen Gruppe.

Bei *Helonias bullata* L., *Chamaelirion carolinianum* Willd., *Chionographis japonica* Max., *Heloniopsis japonica* Max., welche alle unter einander große Ähnlichkeit im anatomischen Bau des Blattes zeigen, sind die durch schwache Belege geschützten Bündel im Blatte mit normal gebautem, d. h. durchweg dünnwandigem Leptom versehn. Die beiden Arten von *Xerophyllum* zeigen zunächst eine abweichende Ausbildung des mechanischen Systems im Blatte, außerdem besitzen die Bündel zwei Leptompartieen, welche durch eine ziemlich breite vom Hadrom bis zum Bastbeleg des Leptoms herüberreichende Brücke dickwandiger Zellen von einander getrennt sind.

Metanarthecium foliatum Max. zeigt einen ganz ähnlichen Bau des Leptoms der Bündel des Blattes wie *Pleea* und *Narthecium* und weicht hierdurch aus der Gruppe der *Helonieae* heraus.

Der in mechanischer Beziehung kräftige Bau des Centralcylinders der Wurzeln von *Xerophyllum* dürfte wohl mit einem zeitweiligen Austrocknen des Bodens in Zusammenhang stehen.

Auch der bereits im ersten Teile beschriebene Bau des Assimilationssystems deutet darauf hin, dass die Pflanze zeitweilig genötigt ist, ihre Transpiration zu beschränken. Endlich möchte ich noch beiläufig erwähnen,

lass den Spaltöffnungen von *Xerophyllum* ein »Vorhof« fehlt, was ich sonst n den untersuchten Familien nirgends angetroffen habe.

3. Veratreae:

Ausschließlich auf der nördlichen Halbkugel, zum größten Teil Bergwiesen und ffne Wälder bewohnend, also jedenfalls Standorte, an denen es kaum jemals der nöigen Feuchtigkeit mangelt.

Dementsprechend findet sich auch im anatomischen Bau keine derenigen Eigentümlichkeiten, welche wir bei xerophilen Pflanzen anzutreffen ewohnt sind.

Der Bau der Bündel ist ebenso wie in den folgenden Gruppen, soweit ntersucht (*Amianthium muscaetoxicum* A. Gray, *Schoenocaulon officinale* Schlecht.) A. Gray, *Stenanthium occidentale* A. Gray, *Zygadenus venenosus* Vats., *Zyg. glaucus* Nutt., *Melanthium virginicum* L., *Veratrum album* L. β, *iridiflorum* Mert. et Koch., *V. nigrum* L.) durchweg normal; niemals habe ch das Auftreten dickwandiger Elemente im Leptom beobachtet.

4. Uvularieae:

Wie in der vorigen Gruppe, so sind auch in dieser die Epidermiszellen neist nur wenig längsgestreckt (Ausn. *Sandersonia aurantiaca* Hook.), paltöffnungen finden sich nur unterseits. Die Bündel des Blattes besitzen ur wenig oder gar keinen mechanischen Schutz und ihr Leptom ist normal ebaut.

Trotz des ausgedehnten Verbreitungsgebiets (Ost-Australien; Ost- und üdasien, Afrika, Nordamerika) und der Verschiedenartigkeit des Standorts Wälder, Steppe) habe ich keine Beziehungen zwischen letzterem und dem natomischen Bau feststellen können.

Untersucht wurden: *Kreysigia Cunninghami* F. v. M., *Schelhammera ndulata* R. Br., *Gloriosa virescens* Lindl., *Gl. superba* L., *Littonia modesta* ook., *Sandersonia aurantiaca* Hook., *Uvularia grandiflora* Sm., *Tricyrtis acropoda* Mig., *Walleria Mackenzii* Kirk und noch eine andere Art der tzten Gattung.

5. Anguillarieae:

In Afrika vom Kap bis zum Mittelmeer, Südasien, Australien, Neuseeland, z. T. och in die Gebirge hinaufgehend. Standortsverhältnisse wechselnd. (*Ornithoglossum aucum* z. B. auf Gebirgswiesen; *Iphigenia indica* an flachen Küsten und auf Inseln; *urmbea campanulata* auf hartem Lehmboden.)

Die anatomischen Verhältnisse sind ähnlich wie bei den *Uvularieae*: as Leptom der Bündel im Blatte ist normal gebaut; der mechanische Schutz er Bündel fehlt entweder oder ist nur sehr schwach.

Die Zellen der Epidermis sind meist länger gestreckt (aber wenig gereckt z. B. bei *Ornithoglossum glaucum* Salisb. et Kth.); Spaltöffnungen nden sich im Unterschiede zu den *Uvularieae* stets auf beiden Seiten.

Untersucht wurden: *Burchardia umbellata* R. Br., *Androcymbium leunthum* Willd., *Baeometra columellaris* Salisb., *Dipidax ciliata* (L.), *Wurm-*

bea campanulata Willd., *Ornithoglossum glaucum* Salisb. et Kth., *Anguillaria dioica* Br., *Iphigenia indica* (R. Br.) Kth.

6. Colchiceae:

Die mit normal gebautem Leptom versehenen Bündel des Blattes entbehren des mechanischen Schutzes; die Tracheiden sind spiralig verdickt, Spaltöffnungen beiderseits.

Untersucht wurden: *Merendera abyssinica* Rich., *Bulbocodium vernum* L. β, *versicolor* Sprengel, *Colchicum autumnale* L.

Verwandtschaftliche Beziehungen:

Die *Melanthioideae* zeigen in anatomischer Hinsicht keinen rechten Anschluss an die anderen Unterfamilien der Liliaceen. Die Ähnlichkeit, welche der Blattbau der *Colchiceae* mit dem der *Lilioideae* zeigt, beruht jedenfalls nicht auf systematischer Zusammengehörigkeit, sondern vielmehr auf Ähnlichkeit der Vegetationsverhältnisse. Innerhalb der *Melanthioideae* nehmen die *Tofieldieae* mit ihren anormal gebauten Gefäßbündeln im Blatte, sowie durch ihre schwertförmigen Blätter und die hierdurch bedingte, zweireihige Anordnung der Bündel eine isolierte Stellung ein. Ähnliche Abweichungen im Bau der Bündel zeigen nur noch die Gattungen *Xerophyllum* und *Metanarthecium* aus der Gruppe der *Helonieae*.

II. Herrerioideae.

Windende Gewächse in feuchten Wäldern des tropischen und subtropischen Südamerika's.

Die aus mehr oder weniger längsgestreckten Zellen bestehende Blattepidermis trägt nur unterseits Spaltöffnungen; die Bündel des Blattes treten beiderseits hervor und sind durch kräftige Bastschienen geschützt. Dickwandige Elemente fehlen im Leptom. Ein Palissadengewebe war an den untersuchten Exemplaren nicht ausgebildet (untersucht wurden *Herreria stellata* R. et P., *H. Salsaparilla* Mart., *H. Salsap.* β *interrupta* Griseb.) Bei *H. interrupta* war das zwischen den Bündeln befindliche Parenchym chlorophyllfrei, nicht so dagegen bei den beiden anderen. In den dem Bast benachbarten, chlorophyllfreien Zellen fanden sich bei *H. stellata* prismatische Einzelkrystalle von Calciumoxalat, bei *H. Salsaparilla* außerdem auch noch spitze Octaëder. Daneben enthält das Blatt von *H. stellata* auch längsorientierte Raphidenschläuche. — Im Stamme folgt auf die mit kräftig verdickten Außenwandungen versehene Epidermis, deren Bau auf eine längere Functionstüchtigkeit hinweist, eine (zuweilen auch zwei Schichten) Schicht derbwandiger Zellen und erst unter dieser das eigentliche Rindenparenchym. Der von einer chlorophyllfreien Parenchymscheide umgebene Bastring, dessen Zellen hier und da von zarten Querwänden gefächert sind, geht nach innen allmählich in das derb und kräftig gebaute Grundgewebe über, das die *Herrerioideae* mit den kletternden *Asparageae* und *Smilacoideae*

;emeinsam haben. Dem mechanischen Ringmantel und dem Grundgewebe ind die zahlreichen Gefäßbündel regellos eingelagert. Wie wir dies bei chlingenden und windenden Pflanzen des öfteren finden, sind sowohl die iebröhren wie die Gefäße von beträchtlicher Weite (vgl. Teil I.). Die veitesten Gefäße haben schön behöfte ovale oder gestreckte Poren. Peroationen leiterförmig, vielsprossig und steil gestellt. — Auf die

Verwandtschaftlichen Beziehungen

verde ich mehrmals weiter unten zu sprechen kommen; hier sei nur voräufig bemerkt, dass sie im anatomischen Bau große Ähnlichkeit mit den *Isparageae*, *Smilacoideae*, und *Enargeoideae* zeigen.

III. Asphodeloideae.

1. Asphodeleae:

a. Asphodelinae und b. Anthericinae.

Beide Untergruppen sind anatomisch nicht zu trennen und sollen desalb gemeinschaftlich besprochen werden.

Während die *Asphodelinae* sich zum größten Teile auf das Mittelmeergebiet be-:hränken und außerhalb desselben nur noch wenige Vertreter in West- und Centralasien aben, ist das Verbreitungsgebiet der *Anthericinae* das denkbar weiteste; auch bezüglich es Standortes herrscht unter den *Anthericinae* große Verschiedenheit, doch ist es mir icht gelungen, Beziehungen zwischen Standort und Bau zu erkennen.

Der anatomisch interessante Bau der Blütenstandstiele der Arten von *'ricoryne*, welche in Australien sandige Ufer und Sandbänke der Flüsse be-'ohnen, ist bereits im ersten Teile der vorliegenden Arbeit beschrieben 'orden. — Die vorwiegend als peripherischer Wassergewebsmantel zu etrachtende Epidermis und das Assimilationssystem zeigen keinerlei Ab-'eichungen vom gewöhnlichen Bau. — In den Tracheiden der Bündel des lattes kommen sämtliche Verdickungsformen der Wandungen vor. Über-'iegt die Spiralverdickung (*Caesia*, *Dichopogon*, *Arthropodium*, *Bottinaea*, *hysanotus*), so nähert sich das Blatt in seinem Bau dem der *Lilioideae*, ımal, wenn (wie dies der Fall ist bei *Dichopogon strictus* (R. Br.) Baker, *hysanotus tuberosus* R. Br., *Thys. thyrsoideus* Bak., nicht aber *Thys. triandrus* Br.) mechanische Elemente im Blatte fehlen. Bei *Chamaescilla corymbosa* . v. M. dagegen sind in den weiteren Tracheiden Treppenverdickungen äufiger. Behöftporige Treppentracheiden habe ich u. a. bei *Tricoryne* ec. beobachtet. In den Wurzeln überwiegen treppenförmige Verdickungsrmen. Das Leptom zeigt in den Bündeln der Blätter nirgends Abweichungen om normalen Bau. — Das mechanische System in den Stengelorganen wird eist[1]) durch einen subcorticalen Ringmantel dargestellt. Wo (*Bulbine ıgioniformis* Link., *Bulbinella Rossii* Bth.) derselbe fehlt, ist das Grund-

[1]) Betreffs *Tricoryne* finden sich die nötigen Angaben im ersten Teile der vorgenden Arbeit.

gewebe widerstandsfähiger und derber gebaut. Fächerung der mechanischen Zellen wurde bei *Asphodeline lutea* (L.) Rchb. und *A. prolifera* (M. B.) Kth. hier und da beobachtet.

Treten Bündel, wie bei *Corynotheca dichotoma,* aus dem Ringe heraus, so haben sie besondere Schutzschienen von Bast. Die Wurzeln sind, soweit untersucht, verhältnismäßig schwach in mechanischer Beziehung gebaut. — Weit verbreitet sind Raphiden; Einzelkrystalle wurden beobachtet bei *Arthropodium Preissii* Endl. Ein brauner, anscheinend gerbstofflicher Inhalt fand sich bei *Bulbine pugioniformis* Link in einzelnen Epidermiszellen und im Rindenparenchym. Einen dunkelbraumen Inhaltsstoff enthielten die äußeren Leptomzellen (cf. *Kniphofinae*) von *Asphodeline lutea* (L.) Rchb.

Untersucht wurden: *Asphodelus ramosus* L. β *Villarsii, A. fistulosus* L., *Asphodeline lutea* (L.) Rchb., *A. prolifera* (M.B.) Kth., *A. cretica* Vis., *Paradisea Liliastrum* (L.) Bth., *Eremurus spectabilis* M.B., *E. altaicus* Steven., *Bulbinella Rossii* Bth., *Bulbine pugioniformis* Link, *Anthericum comosum* Thbg., *Chlorophytum Orchidastrum* Lindl., *Thysanotus tuberosus* R. Br., *Th. Patersoni* R. Br., *Th. triandrus* R. Br., *Th. proliferus* Lindl., *Th. thyrsoideus* Bak., *Dichopogon strictus* (R.Br.) Baker, *Arthropodium cirrhatum* Br., *A. Preissii* Endl., *Bottinaea thysanotoides* Coll., *Echeandia leptophylla* Bth., *Pasithea coerulea* D. Don., *Chamaescilla corymbosa* F. v. M., *Tricoryne anceps* R. Br., *T. tenella* R. Br., *T. humilis* R. Br., *T. elatior* R. Br., *platyptera* Rchb., *Agrostocrinum stypandroides* F. v. M., *Corynotheca dichotoma* F. v. M., *C. lateriflora* F. v. M., *C. acanthoclada* F. v. M.

c. Chlorogalinae:

Ausschließlich in Nordamerika, in den südl. atlantischen Staaten, Californien und Nordmexico.

Untersucht wurden *Chlorogalum pomeridianum* Kth. und *Schoenolirion album* Gray.

Die Epidermis ist zart gebaut und zeigt keine besonderen Eigentümlichkeiten.

Die Bündel des Blattes von *Chlorogalum pomeridianum* sind in der Richtung von oben nach unten im Querschnitt gestreckt. Seitlich sind sie meist nur von einer einzigen Schicht chlorophyllfreien Parenchyms umgeben, während die übrigen Zellen des farblosen Grundparenchyms vertrocknen, so dass das Blatt der Länge nach von weiten Luftgängen durchzogen wird. Bei *Chlorogalum* sind die Bündel durch starke Bastschienen geschützt, wogegen die letzteren bei *Schoenolirion* fehlen. In den trachealen Elementen der Bündel überwiegt die spiralige Verdickungsform. Gerbstoff wurde nicht beobachtet, wohl aber Raphiden.

d. Odontostominae:

Nicht untersucht.

e. Eriosperminae:

Von dieser, auf den südlichen Teil von Afrika beschränkten Unter-ruppe wurden untersucht: *Schizobasis angolensis* Bak., *Bowiea volubilis* arvey, *Eriospermum latifolium* Jacqu., *E. lancaefolium* Jacqu., *E. para-oxum* Gawl.

Der Haarfilz der letztgenannten Pflanze wird von Büschelhaaren (vgl. eil I) gebildet, wie ich sie sonst niemals bei den *Liliaceae* beobachtet habe; n übrigen zeigt das Hautgewebe keine bemerkenswerten Eigentümlich-eiten.

In den Blättern der untersuchten Arten von *Eriospermum* waren die ündel meist durch Bastschienen geschützt. Bei einigen überwiegen im latte Treppentracheiden, bei *E. latifolium* dagegen Spiraltracheiden.

Im Stamm besitzen sämtliche untersuchten Arten einen mechanischen ing. Besonders nahe stehen sich in anatomischer Beziehung *Bowiea* und *chizobasis*; nur ist letztere schlanker, dafür aber auch fester gebaut. ährend ferner bei *Bowiea* die Zellen des Rindenparenchyms in der Längs-chtung gestreckt sind, lässt sich in den letzten Auszweigungen von *Schizo-isis* eine palissadenförmige Ausbildung der Rindengewebszellen beob-hten. Von den älteren Stengelteilen unterscheiden sich die jüngeren bei *hizobasis* dadurch, dass die mechanischen Zellen weniger stark verdickt nd und weißglänzende Wandungen besitzen.

Ein brauner, anscheinend gerbstofflicher Inhalt findet sich, besonders den an die Epidermis anstoßenden Schichten bei *Eriosp. latifolium*, *. lancaefolium*, *E. paradoxum*, *Schizobasis angolensis*. Langgestreckte haphidenschläuche in Längsreihen finden sich im Blatte von *Eriospermum iradoxum*.

f. Xeroneminae.

Untersucht wurde nur das auf den Gebirgen Neuseelands, Tasmaniens ıd SO.-Australiens an feuchten und sumpfigen Stellen vorkommende *rpolirion Novae Zelandiae* Hook. f. Der anatomische Bau bietet nichts ıffallendes. Die Gefässbündelscheiden im Blatte stehen wie bei einigen *ianellinae* mit einander durch schlauchförmige Zellen in Verbindung. Die indel sind ohne mechanischen Schutz. — Ein lockeres Schwammparen-ym ist im Blatte nicht ausgebildet. Gerbstoff und Raphiden wurden obachtet. Der lockere Bau des Rindenparenchyms der Wurzel ist wohl it der Feuchtigkeit des Standortes in Verbindung zu bringen.

g. Dianellinae:

Untersucht wurden: *Stypandra caespitosa* R. Br., *St. umbellata* R. Br., *. imbricata* R. Br., *St. glauca* R. Br., *St. ensifolia* und *St. tasmanica*; *cremis coarctata* (R. et P.) Baker, *Dianella coerulea* Sims., *D. intermedia* ndl.

Mit Ausnahme der andinen *Eccremis* sind sämtliche untersuchten Arten australisch. Die Arten von *Stypandra* bewohnen teils sandigen Boden, teils Torfsümpfe; *Dianella coerulea* kommt in schattigen feuchten Wäldern und *D. intermedia* in Farnbeständen und Wäldern vor.

Die Epidermis ist über dem Hauptnerv mehrschichtig; die Spaltöffnungen sind längsorientiert, nicht eingesenkt und entweder auf beiden Seiten vorhanden oder auf die Unterseite beschränkt. Das Assimilationssystem zeigt keine Abweichungen vom gewöhnlichen Bau. Die Bündel der Blätter sind von einer Parenchymscheide umgeben. Die Scheiden benachbarter Bündel stehen hier und da durch Brücken in Verbindung, welche aus langgestreckten dünnwandigen Zellen bestehen (z. B. *Stypandra caespitosa*). Außerdem sind die Bündel noch durch Anastomosen mit einander verbunden. Die die Bündel begleitenden Bastschienen erreichen bei *Stypandra* und *Eccremis* meist die Epidermis, dies ist jedoch nicht der Fall bei *Dianella coerulea.* Bei letzterer entsprechen dem Verlaufe der Bündel indessen einschichtige Hypodermstreifen. In den Tracheiden des Blattes wie auch des Stengels finden sich innerhalb dieser Gruppe alle Arten der Wandverdickung. Im Stamm habe ich bei *Stypandra caespitosa, St. glauca, Eccremis coarctata, Dianella coerulea* einen mechanischen Ring gefunden.

Außerhalb der Schutzscheide kommen bei *Dianella coerulea* und *Stypandra caespitosa*, wie schon im ersten Teile erwähnt worden war, stabförmig gestreckte Sklerenchymzellen vor, deren stark verdickte Wandungen von verästelten Porenkanälen durchzogen werden. Dagegen fehlt eine derartige mechanische Verstärkung der Schutzscheide bei *Stypandra umbellata, St. imbricata*, *St. tasmanica*, *St. ensifolia* und *Dianella intermedia.* Dies Verhalten ist um so auffälliger, als die Standortsverhältnisse der beiden Arten von *Dianella* ganz dieselben sind, und sich trotzdem beide verschieden verhalten. Außerdem hat *Dianella coerulea* kaum ein Austrocknen ihrer Standorte zu befürchten; die Gründe, welche bei xerophilen Pflanzen eine mechanisch widerstandsfähige Ausbildung des Centralstrangs der Wurzeln gerechtfertigt erscheinen lassen, lassen sich also bei *Dianella coerulea* nicht geltend machen. Auch eine so kräftige Entwickelung von Wurzelhaaren, wie sie bei *D. coerulea* stattfindet, tritt in der Regel mehr bei xerophilen Gewächsen auf.

Da aber für *D. coerulea* als Standort nicht nur »feuchte schattige Wälder«, sondern auch »Marschgegenden« angegeben werden, so erscheint immerhin die Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen, dass an den letztgenannten Örtlichkeiten bei längerer Dauer von trockener Witterung ein Austrocknen des Bodens eintritt, wennschon mir dies nicht gerade wahrscheinlich ist, da gerade Marschboden die Feuchtigkeit ziemlich lange zurückhält. Ein wahrscheinlich als Gerbstoff anzusprechender brauner Inhalt wurde bei *Eccremis coarctata*, *Stypandra glauca, St. tasmanica, St. ensifolia*, und *Dianella intermedia* beobachtet, desgleichen wurden mehrfach Raphiden gefunden.

2. Hemerocallideae:

Hosta und *Hemerocallis* kommen hauptsächlich in Sibirien und Ost-Asien vor, Arten von *Hemerocallis* auch im südl. Mitteleuropa. *Phormium* und *Blandfordia*, welche anatomisch einander ebenso nahe stehen wie *Hosta* und *Hemerocallis*, kommen in Neusee-and resp. den ostaustralischen Gebirgen vor, *Leucocrinum* und *Hesperocallis* auf Sandboden von Kolorado bis Kalifornien. *Hosta* und *Hemerocallis* bevorzugen feuchtere Gras-lätze, bei den übrigen fand ich folgende Standortsangaben auf den Etiquetten der Herbarexemplare: *Blandfordia*: hochgelegene Torfmoore; *Leucocrinum*: Salzsteppe in len Rocky Mountains; *Hesperocallis*: sandige Ebenen.

Untersucht wurden: *Hosta coerulea* (Andr.) Tratt., *H. plantaginea* (Lam.) Aschs. β *praecox*, *H. Sieboldiana* (Hoch.) Engl., *Hemerocallis flava* L., *Hem. ulva* L., *Phormium tenax* Forst., *Blandfordia grandiflora* R. Br., *Hespero-allis undulata* A. Gray, *Leucocrinum montanum* Nutt.

Die Blätter von *Phormium tenax* umfassen mit ihrem untersten Teile den Stengel, weiter nach oben sind die dem Mittelnerv benachbarten Teile ler Spreitenhälften mit einander verwachsen, so dass die Blattfläche größ-enteils senkrecht steht, oberhalb der Blattmitte nimmt die Stärke der Verwachsung allmählich ab, so dass im obersten Teile des Blattes die Spreite lie gewöhnliche horizontale Lage hat. In erster Linie möchte wohl der Nutzen lieser eigenartigen Spreitenausbildung in der Erhöhung der Biegungs-estigkeit in der Verticalebene liegen; jedenfalls sieht man, dass ein Über-längen der Blätter erst an der Stelle eintritt, an der die Blattspreite hori-ontal steht. Die Epidermis und das Assimilationssystem bieten keine rwähnenswerten Besonderheiten dar.

Die Spaltöffnungen der untersuchten Arten von *Hosta* besitzen infolge ler starken Ausbildung der äußeren Cuticularleisten einen großen Vor-of; der eigentümlichen Ausbildung der Spaltöffnungen bei *Hemerocallis* pec. war bereits im ersten Teile gedacht worden. Ebenfalls war erwähnt vorden, dass bei *Phormium tenax* das Assimilationsgewebe oberhalb der rößeren Gefäßbündel durch chlorophyllfreies Parenchym verdrängt wird, velches die obere Epidermis mit den Gefäßbündelscheiden in Verbindung etzt.

Die Bastbelege der Bündel in den Blättern erreichen bei *Phormium* und *landfordia* eine derartige Mächtigkeit, wie wir sie selten finden. Im tamme zeigten sämtliche untersuchten Arten einen Bastring. Während bei *losta*, *Hemerocallis* und *Phormium* sämtliche Elemente des Leptoms im latte dünnwandig sind, besitzt ein Teil der Leptomzellen von *Blandfordia randiflora* verdickte Wandungen (ob die dünnbleibenden, rundlichen tellen in denselben Poren entsprechen, oder ob es sich um Siebplatten andelt, habe ich mit den mir zur Verfügung stehenden optischen Hilfs-nitteln nicht feststellen können). Zwischen diesen Zellen liegen in wenig-elligen Gruppen kleinere, zartwandige Zellen. — Calciumoxalat habe ich n Raphidenform bei *Hosta* und *Leucocrinum* gefunden.

3. Aloineae:

a. Kniphofinae:

Von Abyssinien[1]) bis zum Kaplande und auf Madagaskar vorkommend. Von den untersuchten Kn. bewohnen *Kniphofia aloides* Mnch. und *Kn. pumila* (Ker.) Kth. trockne Stellen; *Kn. Thomsoni* Baker wurde von Dr. H. Meyer am Kilimandscharo vom Muïbache (2800 m) bis zur Vegetationsgrenze des Kibo (4800 m) gefunden; *Notosceptrum benguelense* (Welw.) Benth.-Hook. und *Notosceptr. andongense* (Bak.) Bth.-Hook. bevorzugen Wiesen als Standorte.

Die Blätter der Kniphofinen besitzen wie die Blätter der folgenden Untergruppe ringsherum chlorophyllführendes Gewebe, welches nach innen zu in das farblose Grundparenchym übergeht. An der Grenze des Assimilationssystems und des Grundgewebes finden sich die Gefäßbündel, ihr Leptom der Epidermis, ihr Hadrom dem Grundgewebe zuwendend. Die Epidermis besitzt meist verdickte Außen-, zuweilen (z. B. *Kniphofia Thomsoni*) auch verdickte Innenwandungen. Die Spaltöffnungen liegen meist eingesenkt und besitzen schwache Verdickungsleisten. — Das Assimilationssystem bietet in seinem Erscheinen nichts Auffälliges dar.

Die Gefäßbündel des Blattes sind durchgängig durch Bastschienen geschützt; diese letztern erreichen eine besondere Stärke in dem randständigen und dem mittleren Bündel von *Kniph. pumila.*

Im Stamme von *Notosceptrum benguelense* findet sich ein subcorticaler Bastcylinder, aus welchem nach außen hier und da einzelne Bündel heraustreten.

In den Bündeln der Blätter sind bisweilen (*Notosceptrum andongense, Kniphofia Thomsoni*, nicht aber *Notosceptrum benguelense* und *Kniphofia pumila*) die median und außen gelegenen Leptomzellen etwas größer als die übrigen, bei *Kniphofia Thomsoni* enthalten sie außerdem einen braunen Inhaltsstoff. Derselbe Stoff findet sich auch in den Zellen des Holzparenchyms von *Kniph. Thomsoni* und *Notosceptrum benguelense.*

Größere durch Parallelverwachsung zahlreicher dünnerer Prismen gebildete Calciumoxalatprismen wurden bei *Kniphofia pumila, Kniphofia Thomsoni, Notosceptrum benguelense* und *Notosc. andongense* beobachtet, gewöhnliche Raphiden bei *Kniphofia aloides* und *Thomsoni.*

Ein äußerst zierliches Bild gewährt ein Längsschnitt von *Notosceptrum andongense*, welcher den Bastbeleg streift: in jeder der längsgestreckten zartwandigen Parenchymzellen, welche den Bastbeleg scheidenartig umgeben, liegt ein großer octaëdrischer Einzelkrystall von Calciumoxalat. Bisweilen tritt auch noch untergeordnet das Prisma neben dem Octaëder auf. Bei günstiger Schnittlage kann man oft mehrere Längsreihen derartiger Krystallschläuche neben einander beobachten.

---

1) Die abyssinischen Arten von *Kniphofia* sind in der obigen Darstellung unberücksichtigt geblieben.

b. Aloinae:

Da ich diese Untergruppe nicht selbst untersucht habe, so verweise ich auf die diesbezüglichen in der Litteraturübersicht aufgeführten Arbeiten, ganz besonders auf diejenige von Prollius, und beschränke mich auf wenige, dieser Arbeit entnommene Angaben, die mir von besonderer Wichtigkeit scheinen.

Vorausschicken will ich noch, dass *Aloë* (30 Arten), *Gasteria* (7 Arten), *Haworthia* (8 Arten), *Lomatophyllum borbonicum* und *Apicra spirella* von Prollius in den Bereich der Untersuchung gezogen wurden.

Der gröbere Bau des Blattes stimmt bei allen Gattungen überein. Die Epidermis, in deren Bau sich auf's deutlichste die Trockenheit des Klimas und Standortes widerspiegelt, umschließt ein ober- und unterseits gleich stark ausgebildetes Assimilationsgewebe, welches nach innen in das von einem farblosen Celluloseschleim erfüllte Grundgewebe übergeht. An der Grenze des letzteren und des Assimilationsgewebes liegen — das Leptom nach außen wendend — die Gefäßbündel. — Die Metamorphose der Assimilationszellen an den Rändern der *Aloë*blätter in Sclerenchymzellen ist bereits oben[1]) erwähnt worden. Auf demselben Vorgange — Streckung und Verdickung von Rindengewebszellen — beruht auch die Bildung der Warzen bei *Aloë verrucosa* u. a. Das Auftreten von Peridermschichten als Wundkork scheint bei *Aloë* und *Gasteria* weit verbreitet zu sein. Außer Wachs und Harz finden sich in den Blättern der *A.* Krystalle von Calciumoxalat, sowohl des quadratischen wie des monoklinen Systems. —

Bau der Gefäßbündel: Bei *Aloë succotrina* Lam. u. a. *Aloë*arten wird das Leptom der Bündel im Blatte halbkreisförmig von einer Gruppe größerer Zellen umgeben, deren Wandungen verkorkt sind, und welche der Sitz des »*Aloë*saftes« sind. Nach außen hin werden diese Zellen von einer Schicht kleinerer, tangential gestreckter »Grenzzellen« umgeben.

In anderen Fällen (nach Prollius nur bei der Gattung *Haworthia*) wird die Außenseite des Siebteils von verdickten »Bastfasern[2])« eingenommen. Damit im Einklang hat Prollius auch keine *Aloë* in diesen Arten finden können. Bisweilen erstreckt sich diese Umwandlung in sclerenchymatische Zellen auf das ganze Bündel bis auf einen kleinen Rest mit einem verkümmerten Gefäße; es wechseln dann in der Regel weniger reducierte oder ganz reducierte, bedeutend kleinere mit einander ab. *(Haworthia pentagona; foliosa; fasciata; spirella.)*

Bei einer dritten Gruppe finden wir nach Trécul (cf. Litteraturübersicht) weder eigentliche *Aloë*zellen noch sclerenchymatische Elemente. (*Aloë attenuata; Gasteria obliqua; Haworthia pumilis, viscosa u. a.*)

---

1) Teil I.

2) Möglicherweise handelt es sich hier um metamorphosierte Leptomelemente, wie solche bei Dracaenoideen, Ophiopogonoideen u. a. auftreten.

Interessant ist der Umstand, daß bei ein und derselben Species einesteils eigene *Aloë*zellen fehlen, andererseits solche deutlich ausgebildet sind.

Es erscheint hiernach PROLLIUS, daß die *Aloë*zellen nichts weiter sind als erweiterte Leptomzellen. Diese bleiben das eine Mal eng; ein anderes Mal werden sie aus irgendwelchen Gründen weiter und ein drittes Mal verdicken sie ihre Wandungen und werden sklerenchymatisch. —

Nach Untersuchungen von ZACHARIAS besitzt das Grundgewebe in der Mitte und an den Berührungsstellen mit den nach innen vorspringenden Gefäßbündeln verkorkte Wandungen, in den Buchten zwischen den Bündeln dagegen unverkorkte. Nach PROLLIUS sind dagegen, im Einklange mit der Function des Grundparenchyms, die meisten Zellen desselben unverkorkt. Hiermit soll indeß nicht sowohl die Unrichtigkeit der ZACHARIAS'schen Beobachtung behauptet, als vielmehr die Regellosigkeit der Verteilung von verkorkten Membranen dargethan werden. Nach PROLLIUS sind es die mittleren Schichten, welche zuerst verkorken, und zwar nur in älteren Blättern. Stets erfolgt diese Verkorkung später als diejenige der Krystallschläuche.

Im Stamme von *Gasteria disticha* Haw. findet sich nach ENGLER ein subcorticaler Sklerenchymmantel. — Die baumartigen Formen besitzen wie die *Dracaenoideae* ein sekundäres Dickenwachstum, doch unterscheiden sich nach PROLLIUS die sekundären Gefäßbündel der *Aloineae* von den (concentrisch angelegten) sekundären Gefäßbündeln der *Dracaenoideae* dadurch, daß sie collateral sind.

4. Aphyllantheae.

Die folgenden Mitteilungen über die Anatomie der interessanten Gattung *Aphyllanthes*, welche steinige, trockne Plätze des westlichen Mittelmeergebiets bewohnt, sind einer Arbeit von JOHN E. F. AF KLERCKER entnommen. Diese Arbeit erschien unter dem Titel: »Recherches sur la structure anatomique de l'Aphyllanthes monspeliensis L. in den Mitteilungen der Stockholmer Hochschule Nr. 5 (Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar Band 8 No. 6.)

In der Epidermis wechseln mechanisch wirksame Streifen mit solchen Streifen ab, welche Spaltöffnungen führen. Die Zellen der erstgenannten Streifen sind prosenchymatisch; den mit schief elliptischen Poren versehenen Wänden (bes. den Radialwänden, seltener den Außenwänden) sind Calciumoxalatkrystalle eingelagert. — Das Assimilationsgewebe ist in Horizontalplatten angeordnet, wie wir dies bei den ebenfalls xerophilen Gattungen *Alania* und *Baxteria* in den Blättern finden. Zwischen den senkrecht stehenden Wänden der Rindengewebszellen fehlt häufig jede Spur eines Intercellularraumes. Am Grunde der Sprosse stößt das Rindengewebe direct an die Gefäßbündel. Weiter oben im Stengel aber liegen die Bündel, in einem Kreise angeordnet, innerhalb einer Scheide, deren zartwandige Zellen zahlreiche Poren besitzen. Das Mark hat derbere und verholzte Wandungen. Die Gefäßbündel sind collateral und besitzen mehrere

Leptompartieen. In der Regel besitzen die größeren Bündel drei Partieen; in den kleineren finden sich zwei oder auch nur eine. In den Bündeln der Sprosse von *Borya sphaerocarpa* und *B. lucens* Labill., sowie von *Xanthorrhoea gracilis* Endl. hat af Klercker nirgends die Anwesenheit von mehr als einer Leptompartie constatieren können. Dagegen geht aus den Untersuchungen von Kny und Schmidt, sowie aus eigenen Beobachtungen hervor, daß die Bündel des Blattes der australischen Verwandten dieselben Abweichungen zeigen wie die Bündel des Sprosses von *Aphyllanthes*. Die vorstehende Beschreibung hatte die fertilen Sprosse im Auge. Die sterilen Sprosse unterscheiden sich dadurch, daß eine Differenzierung der Epidermis nicht eintritt und dass die Spaltöffnungen geschlossen, functionslos und nicht eingesenkt sind. Auch in der Epidermis der fertilen Sprosse lassen sich gelegentlich solche functionslosen Spaltöffnungen beobachten. Die functionstüchtigen Spaltöffnungen der fertilen Sprosse sind im Gegensatze dazu eingesenkt, ein Verhalten, das ohne weiteres verständlich erscheint. Das Rindengewebe der sterilen Triebe ist stark reduciert. Die Blätter sind relativ sehr klein, häutig und bilden Scheiden, welche den Grund des Sprosses einhüllen. Die äußere Epidermis hat stark verdickte Außenwandungen und eine kräftige Cuticula. Sie besitzt augenscheinlich eine mechanische Function. Die Zellen der inneren Epidermis sind dagegen zartwandig. Spaltöffnungen scheinen auf den Blättern gänzlich zu fehlen; Chlorophyll kommt nicht in ihnen vor, so dass der Spross das einzige Assimilationsorgan darstellt. Die Blätter werden stets von drei collateralen Gefäßbündeln durchzogen, welche in der Regel mehrere Leptompartieen besitzen und von einer deutlichen Scheide umgeben sind. In den Rhizomen findet man zahlreiche, unregelmäßig über den ganzen Querschnitt verteilte concentrische Bündel. Zwischen den Bündeln liegt ein parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen in den peripherischen Schichten in Reihen angeordnet sind. Die Untersuchung junger Rhizome ergab das Vorhandensein einer cambialen Zone, so dass hier ein Dickenwachstum ähnlich dem der Dracaenen auftritt. Dasselbe ist jedoch ringsherum nicht gleich stark, sondern am stärksten an zwei gegenüberliegenden Stellen. Später erlischt die Thätigkeit des Meristems; es verwandelt sich teils in Gefäßbündel, teils in verholzte und dickwandige Zellen, welche den Raum zwischen den Bündeln einnehmen. Die Gefäßbündel des Rhizoms enthalten kein Stereom und ihr ganzes mechanisch wirksames Gewebe besteht aus dem Hadrom, dessen tracheale Elemente zahlreiche, behöfte Poren aufweisen. Im Allgemeinen haben die secundären Gefäßbündel zwei Leptompartieen, welche auf demselben Radius liegen, während die primären Bündel nur eine Leptompartie besitzen. — In den Wurzeln trifft man eine stark verdickte Schutzscheide an; innerhalb derselben liegt ein dickwandiges Gewebe mit porösen Wandungen. Das Vorhandensein mehrerer Leptompartieen an der Peripherie dieses Gewebes lässt darauf schließen, dass die Wurzel polyarch

gebaut ist. Das zwischenliegende Gewebe besteht aus dickwandigen und verholzten Elementen, welche in ihren äußeren Partieen häufig behöftporig sind.

5. Johnsonieae.

Die Arten dieser (vorwiegend west-)australischen Gruppe konnten dank der Reichhaltigkeit des im Berliner Herbarium liegenden Materials fast sämtlich untersucht werden. Es waren dies: *Laxmannia brachyphylla* F. v. M., *L. gracilis* R. Br., *L. grandiflora* Lindl., *L. squarrosa* Lindl., *L. sessiliflora* F. v. M., *L. sessilis* Lindl., *L. ramosa* Lindl., *L. minor* R. Br.; *Alania Endlicheri* Kth.; *Sowerbaea juncea* Sm., *S. laxiflora* Lindl., *S. alliacea* F. v. M.; *Stawellia dimorphantha* F. v. M.; *Borya nitida* Labill., *B. septentrionalis* F. v. M.; *Johnsonia acaulis* Endl., *J. pubescens* Lindl., *J. pub. β) filifolia* F. v. M., *J. lupulina* R. Br., *J. lup.* β) *teretifolia* Endl.; *Arnocrinum Preissii* Lehm., *A. Drummondii* Endl. Die Mehrzahl derselben bewohnt grasige Ebenen und steinige Plätze; *Borya* und *Alania* siedeln sich mit Vorliebe in Felsspalten an. Diese Standorte in Verbindung mit der Eigenart des australischen Klimas erklären zur Genüge das Vorhandensein zahlreicher Schutzeinrichtungen im anatomischen Bau, welche jeden unnötigen Transpirationsverlust möglichst verhindern, oder aber die zartwandigeren Gewebsteile der Wurzeln vor dem Schicksal bewahren sollen, beim Austrocknen des Bodens durch die Contractionen desselben Schaden zu erleiden.

Eine Unterscheidung der Gattungen, zum Theil sogar der Arten, auf anatomischem Wege wäre allerdings möglich, wennschon eine solche nur eine untergeordnete systematische Bedeutung besitzt. Viel wichtiger ist es, dass durch einige anatomische Merkmale die *Johnsonieae* nicht nur untereinander, sondern auch mit ihren australischen Verwandten aus der Unterfamilie der Asphodeloideen verbunden sind.

Stets nähern sich die Blätter mehr oder weniger dem isolateralen Bau. Der Querschnitt der Blätter ist flach dreieckig, rund oder elliptisch; in ihrem unteren Teile laufen die Blätter seitlich meist in trockenhäutige Flügel aus, welche den Stengel dicht umhüllen.

Betreffs der Epidermis will ich nur erwähnen, dass häufig recht erhebliche Wandverdickungen vorkommen. Erstreckt sich die Verdickung auch auf die Innenwandungen, so sind diese von Porenkanälen durchsetzt. Letztere sind schlitzförmig (die Richtung des Schlitzes fällt mit der Längsrichtung des Blattes zusammen) bei *Sowerbaea alliacea.* In den Epidermiszellen von *Arnocrinum* findet sich hier und da ein brauner, wohl gerbstofflicher Inhalt. — Einzellige Haare finden sich bei *Arnocrinum* sp., den Arten von *Johnsonia* (besonders *J. pubescens*), *Stawellia* und *Laxmannia* sp. Durch Ausstülpung und Wandverdickung der Epidermiszellen entstehen die Zähnchen am Blattrande von *Alania* und über den Bastrippen des Blattes von *Stawellia.* — Die Form und Verdickungsweise der Spaltöffnungsschließzellen weisen keine besonderen Eigentümlichkeiten auf. Zuweilen (z. B.

Stawellia) wölben sich die an die Schließzellen grenzenden Epidermiszellen wallartig um die Spaltöffnung herum hoch, so dass hierdurch ein ähnlicher Effect erreicht wird, als wenn die Spaltöffnungen eingesenkt unter dem Niveau der Epidermisaußenwände lägen. Die Schutzeinrichtungen gegen zu starke Verdunstung, deren sich *Alania* und *Borya* erfreuen, waren bereits im ersten Teile der vorliegenden Arbeit besprochen worden. — Das Assimilationssystem ist entsprechend dem annähernd isolateralen Baue der Blätter auf allen Seiten gleich stark entwickelt, und zwar ist meist ein zwei- bis dreischichtiges Palissadengewebe ausgebildet; die assimilierenden Zellen sind in der Regel nach dem axilen Gefäßbündelstrang zu gestreckt. Von einer thunlichsten Beschränkung der Intercellularen im Blatt — die man vielleicht erwarten sollte — ist nichts wahrzunehmen. Zuweilen (z. B. *Alania*, *Laxmannia gracilis*) ist das Assimilationsgewebe in Platten angeordnet, welche annähernd senkrecht zur Längsrichtung des Blattes stehen und unter einander anastomosieren. Im Stengel verteidigt, wie dies schon im ersten Teile hervorgehoben worden war, das Assimilationssystem seine peripherische Lage dem mechanischen System gegenüber meist mit Glück; nur bei *Borya* und *Johnsonia lupulina* (nebst *β*) *J. teretifolia*) sieht es sich zu Zugeständnissen an das letztere genötigt, d. h. es finden sich im Stengel subepidermale Bastrippen. An diese lehnen sich bei *Johnsonia lupulina* im Gegensatze zu den Arten von *Borya* Mestomstränge an. Ganz von der Epidermis durch mechanisches Gewebe verdrängt wird endlich das Assimilationssystem im Stengel von *Alania*. In allen übrigen Fällen [1]) findet sich unter der Epidermis zunächst ein chlorophyllführendes Rindengewebe und erst innerhalb desselben ein Bastmantel.

In den Blättern finden sich subepidermale Bastrippen bei *Stawellia* und *Johnsonia*. Während aber bei letzterer Gattung die Bündel sich direct den Rippen anlehnen, schiebt sich zwischen die Rippen und Bündel des Blattes von *Stawellia* noch eine Palissadenschicht, in welcher, wie schon erwähnt, deutliche »Gürtelkanäle« zu beobachten sind; ebenso war auch schon des Netzes zarter Verdickungsleisten auf den Wandungen der chlorophyllführenden Zellen im Blatt von *Alania* und im Blatt und Stamm von *Arnocrinum Drummondii* gedacht worden.

Die Gefäßbündel des Stammes sind, in den oberen Stengelteilen wenigstens, collateral gebaut; dagegen wurden in den untersten Teilen desselben mehrfach (z. B. *Stawellia*, *Laxmannia* sp.) concentrisch-perihadromatisch gebaute Bündel beobachtet. Meistens sind die Bündel regellos im Grundgewebe verteilt, die äußeren Bündel dem Sklerenchymmantel an- oder eingelagert. Dagegen lässt sich in den unteren Teilen des Stengels von *Stawellia* deutlich erkennen, dass die Bündel in zwei mit einander alternierenden Kreisen angeordnet sind. Die Bündel des äußeren Kreises

1) Auch bei *Johnsonia acaulis* und *pubescens*!

sind etwas größer als die des inneren. Seitlich stehen diese Bündel mit einander in Verbindung.

Die geringsten Abweichungen vom normalen Bau zeigen die Bündel im Stengel von *Arnocrinum*, bei allen andren Gattungen jedoch kann man auch schon in den Stammbündeln, und in noch höherem Maße in denen des Blattes, beobachten, dass nur ein Teil des Leptoms zartwandig bleibt, während die übrigen Elemente desselben ihre Wandungen verdicken und verholzen. In der Regel sind die dünnwandigen Leptomzellen in wenigzelligen Gruppen vereinigt oder aber es finden sich seitlich noch zwei etwas größere Gruppen solcher Zellen.

Wie schon erwähnt, sind die Abnormitäten im Bau der das Blatt durchziehenden Bündel noch viel beträchtlicher als derjenigen des Stammes. Abgesehen davon, dass auch hier durchweg in allen Gattungen, mit Ausnahme von *Arnocrinum*, deren Laubblätter ich nicht untersucht habe, dickwandige Elemente im Leptom auftreten, zeigen die Bündel der Johnsonieenblätter die Neigung, zu einem axilen Strange zusammenzutreten, der von einer gemeinsamen Parenchymscheide umschlossen wird. Die Zahl der Bündel, welche sich so vereinigen, schwankt zwischen drei und sieben; meist sind es drei größere Bündel, zwischen denen sich kleinere einschieben. Am bequemsten lässt sich die Zahl der Bündel unter Zuhülfenahme der Phloroglucin-Salzsäurereaction bestimmen (vgl. Fig. 11). Derartig vereintläufige Bündel kommen allen Arten von *Sowerbaea*[1]) und *Laxmannia* zu; dagegen ist möglicherweise der axile Leitgewebestrang in den Blättern von *Alania* und *Borya* nur von einem Bündel gebildet, jedoch ist es bei der Kleinheit der Zellen sehr schwer, ein sicheres Urteil abzugeben.

Nicht zu einem axilen Strange vereinigt sind endlich die Bündel in den Blättern der Arten von *Johnsonia* und *Stawellia dimorphantha*. — Die Wurzeln der *Johnsonieae* lassen in ihrem Bau das Bestreben erkennen, den beim Austrocknen des Bodens auf sie ausgeübten radialen Druck möglichst unschädlich zu machen. Da diese, in einer kräftigen Ausbildung des Grundgewebes und einer mechanischen Verstärkung der Schutzscheide bestehenden Schutzeinrichtungen zum größten Teile schon oben (im ersten Teile) besprochen sind, so will ich hier nur kurz darthun, auf wie verschiedene Weise eine Verstärkung der Schutzscheide zu stande kommen kann.

1. Epidermis und die äußersten Schichten des Rindenparenchyms besitzen verdickte Wandungen; die inneren Schichten des Rindenparenchyms bleiben dünnwandig. *Johnsonia acaulis*. Weniger starke Wandverdickungen bei *Stawellia*.

---

1) Eine Ausnahme bilden nur die B. von *Sowerbaea laxiflora*, welche von drei getrennten Bündeln durchzogen werden.

2. Epidermis oder diese und die angrenzenden Schichten des Rinden-
parenchyms bleiben dünnwandig; die Verdickung der darauf folgenden
Schichten steigert sich zunächst, je weiter man nach innen kommt, um in
den innersten Schichten alsdann wieder abzunehmen, so dass die der
Schutzscheide benachbarten Zellschichten dünnwandig sind. *Johnsonia
pubescens, Alania, Borya,* letztere mit zweischichtiger Schutzscheide (vgl.
Fig. 1).

3. Epidermis und angrenzende Schichten bleiben dünnwandig; die
übrigen Zellen des Rindenparenchyms besitzen verdickte Wandungen, und
zwar erreicht die Wandverdickung meist in den innersten Schichten ihr
Maximum. Bisweilen (*Laxmannia minor*) ist die innerste Schicht nicht
allseitig gleichmäßig, sondern U-förmig verdickt. — Hierher gehören *Lax-
mannia gracilis, L. grandiflora, L. minor* und *L. brachyphylla.* — Endlich
kann

4. der Fall eintreten, dass im Rindengewebe der ausgebildeten Wur-
zel überhaupt keine (*Laxmannia sessiliflora* und *L. squarrosa*) oder doch
nur ganz schwache (*Sowerbaea juncea*) Wandverdickungen auftreten.

Die Schutzscheide der Johnsonieenwurzel besitzt meistens (*Borya* z. B.)
überaus stark verdickte Wandungen; seltener (*Stawellia, Laxmannia ses-
siliflora*) bleiben ihre Wandungen dünn. Auch das Pericambium ist mit
wenigen Ausnahmen (*Sowerbaea juncea*) derbwandig (*Alania, Laxmannia* sp.,
Johnsonia pubescens, J. acaulis). Der Centralstrang der Wurzeln ist polyarch
gebaut; in einigen Fälllen (*Alania, Stawellia*) scheint die Zahl der Leptom-
partieen diejenige der Hadromstrahlen zu übertreffen. In den letzteren
liegen die kleineren primären Ring- und Spiralgefässe nach außen, die
weiteren, mit verschiedenartiger Wandverdickung versehenen Gefäße und
Tracheiden nach innen. Einfache Perforationen habe ich bei *Alania* und
Borya beobachtet.

Die Zellen des Grundgewebes sind in der Regel (Ausnahme: *Stawellia*)
mehr oder weniger stark verdickt. In sehr hohem Grade ist dies bei *Alania*
und *Borya* der Fall. Bei letzterer lässt sich sehr schön beobachten, dass
niemals die Gefäße und Tracheiden direct neben mechanischen Zellen
liegen, sondern dass stets die ersteren an eine Schicht dünnwandigen Pa-
renchyms oder an ein anderes Gefäß resp. Tracheide stoßen. Die Zellen
des Grundgewebes von *Borya* sind lang gestreckt und besitzen zuweilen
etwas schräg gestellte Querwandungen. Zwischen den äußeren Teilen der
Hadromplatten finden sich bei *Borya* verdickte Zellen, die auf dem Quer-
schnitt den Grundgewebszellen sehr ähnlich sehen. Auf Längsschnitten
erweisen sie sich jedoch als stärker prosenchymatisch, und man findet, dass
sie mit äußerst breiten und starken Spiralbändern ausgesteift sind. Die
Epidermis der Wurzeln zeigt keine Abweichungen vom gewöhnlichen Bau;
nur bei *Laxmannia sessiliflora* zeichnet sie sich durch zahlreiche zarte,
spiralig verlaufende Verdickungsleisten aus. — Ein brauner, harziger oder

gerbstofflicher Inhalt findet sich in den Epidermiszellen von *Arnocrinum*, *Johnsonia lupulina* β, *teretifolia*; ferner findet er sich im Hadrom der Gefäßbündel von *Alania, Johnsonia* spec., *Borya*, sowie in den durch ihre Form von den übrigen Zellen des mechanischen Gewebes abweichenden äußersten Zellen des Bastmantels von *Stawellia* (Fig. 12). Ein graubrauner, körnig aussehender Inhalt wurde in einigen Zellen des Blattes von *Alania* beobachtet. Calciumoxalat in Form von Einzelkrystallen findet sich bei *Stawellia* und *Johnsonia*. Bei ersterer treten außerdem noch dünne Prismen auf, die zu mehreren in einer Zelle liegen. Raphiden endlich wurden bei *Arnocrinum* gefunden.

6. Dasypogoneae.

Die beiden Arten der einzigen hierher gehörigen Gattung *Dasypogon* (*D. bromeliifolius* R. Br. und *D. Hookeri* Drumm.) bewohnen das Küstengebiet Südwest-Australiens. Bereits oben befinden sich einige Angaben über die eigentümliche Ausbildung der Gefässbündel im Blatte (entnommen der Arbeit von Schmidt). Gefäßperforationen hat Schmidt nicht beobachtet, das Hadrom scheint also neben Parenchym nur Tracheiden zu enthalten, und zwar kommen sowohl Treppen- wie Spiraltracheiden vor.

7. Lomandreae.

Das Verbreitungscentrum dieser ihrem anatomischen Bau nach ausgesprochen xerophilen Gruppe liegt im westlichen und südwestlichen Australien. Außerhalb Australiens kommt nur eine einzige Art vor (in Neu-Kaledonien).

So interessant der anatomische Bau der Blätter auch ist, so muss ich doch aus Mangel an Raum darauf verzichten, näher auf die ausführlichen Untersuchungen Schmidt's einzugehn. Nur das will ich in erster Linie hervorheben, dass nach Schmidt in den Bündeln des Blattes von *Acanthocarpus* (*Chamaexeros*) *Serra* Bth. und *A. fimbriata* Bth., sowie der sämtlichen untersuchten Arten von *Lomandra* dickwandige Leptomelemente in größerer oder geringerer Zahl auftreten. In den Bündeln der Blätter von *Xanthorrhoea australe* R. Br. wird dagegen das Leptom durch eine von dem schwachen Bastbeleg desselben ausgehende Brücke dickwandiger Zellen in zwei Teile geteilt.

In den Bündeln des Stammes habe ich dickwandige Leptomelemente bei *Lomandra longifolia* Labill. und *L. Endlicheri* Fr. v. M. (nicht aber bei *L. laxa* R. Br.) beobachtet, ebenso bei *Xanthorrhoea hastile* R. Br. Bei letzterer bilden auf Querschnitten die dickwandigen Zellen ein das Leptom durchziehendes Netzmaschenwerk. Die Bündel in den unteren Stengelteilen von *Acanthocarpus Preissii* Lehm. sind perihadromatisch gebaut, immer aber lässt sich noch die Gruppe der (ca. 3—4) primären Ring- und Spiralgefäße erkennen. Dickwandige Elemente habe ich in dem Leptom dieser Bündel nicht bemerkt. In den Wurzeln von *Acanthocarpus*

Preissii Lehm. werden wie in den Wurzeln der *Johnsonieen* einige Schichten les Rindengewebes mechanischen Zwecken dienstbar gemacht. — Mechaisches System: Nach SCHMIDT entsprechen sich in den Blättern der *Loandra*-Arten stets genau je eine obere und eine untere Bastgurtung, die urch Mestombündel zu durchgehenden I-Trägern verbunden werden. Bei *canthocarpus* ist die Anlage des mechanischen Systems ganz ähnlich, nur ehn hier die Bastgurtungen nicht bis an die Epidermis heran. In den lättern von *Lomandra Sonderi* F. v. M. wechseln mit den vorher beschrieenen I-Trägern solche ab, deren Füllung nicht durch ein Mestombündel, ondern durch Grundparenchym hergestellt wird. Bei einer Reihe Arten on *Lomandra* werden nach SCHMIDT auf der Druckseite der Blätter zwischen ie Hauptträger noch kleinere Bastrippen eingeschaltet.

Die Blütenstandsstiele der *Lomandra*-Arten sind z. T. flach, blattartig *L. laxa* (R. Br.), *L. longifolia* Labill., *L. pallida* F. v. M.), z. T. rhombisch n Querschnitt (*L. Ordii* F. v. M.), z. T. endlich von cylindrischer Gestalt *L. Endlicheri* F. v. M., *L. ammophila* F. v. M., *L. leucocephala* (R. Br.), *. flexifolia* (R. Br.)). Bei den drei erstgenannten Arten gelangt ein vollländiger subcorticaler Bastmantel niemals zur Ausbildung. *Lom. longifolia* nd *L. pallida* zeigen an den flachen Seiten öfters ein Verschmelzen der ie Bündel begleitenden Baststränge; die beiden Ränder sind meist mit ubepidermalen Bastmassen versehn. In den Blütenstandsstielen von *Lom. axa* ist das streng bilateral angelegte mechanische System durchaus in erselben Weise durchgeführt wie in den Blättern. — Bei *Lomandra Ordii* ndet sich ein subcorticaler Bastcylinder ausgebildet. Desgleichen kommt in solcher durch Verschmelzung der Bastmassen der äußersten Bündel zu ande bei *L. Endlicheri*, *L. ammophila*, *L. leucocephala* und *L. flexifolia*. inen ringsherum unterbrochenen Bastcylinder finden wir endlich auch och bei *Xanthorrhoea hastile* R. Br. und *Acanthocarpus Preissii* Lehm. — ange, unverzweigte, einzellige Haare (Ausstülpungen der Epidermiszellen) ommen nach SCHMIDT bei mehreren *Xerotes*-Arten, sowie bei *Acanthocarus Preissii* Lehm. vor. Einzelkrystalle von Calciumoxalat finden sich nach endemselben Autor in den über den Bastrippen des Blattes gelegenen Epiermiszellen von *Xanthorrhoea* und *Lomandra* spec. vor. In neuester Zeit ist on A. SCHOBER in den Verhandl. des naturw. Vereins in Karlsruhe Bd. XI ne Arbeit über das *Xanthorrhoea*-Harz erschienen, in welcher für die geannte Gattung ein sekundäres Dickenwachstum nachgewiesen wird.

8. Calectasieae.

Bezüglich der Schutzeinrichtungen gegen die Trockenheit des westustralischen Klima's, deren sich die Blätter der Gattung *Kingia* erfreuen, erweise ich auf die eingehenden Arbeiten TSCHIRCH's und SCHMIDT's. Die natomischen Eigentümlichkeiten des Blattes von *Baxteria australis* Hook. abe ich bereits oben mehrfach besprochen; hinzufügen will ich noch, dass

in den Zellen der Epidermis ein grünlich schwarzer Inhalt vorkommt, über dessen nähere Natur ich nichts zu sagen vermag. In dem Assimilationsgewebe finden sich langgestreckte, großlumige, chlorophyllfreie Zellen, welche in Längsreihen angeordnet sind. Raphidenbündel habe ich in diesen Zellen nicht beobachtet.

In den Stengelteilen von *Calectasia cyanea* R. Br. ist ein mechanischer Ringmantel ausgebildet. In den untersuchten, ziemlich weit unten geführten Schnitten fanden sich an dem ganzen Umfange der Bündel behöftporige Tracheiden. Einige Zellen des von diesen umschlossenen Leptoms zeigen wiederum verdickte Wandungen. Der Bau der Wurzel von *Calectasia cyanea* lässt eine möglichste Steigerung der Festigkeit gegen in radialer Richtung wirkenden Druck erkennen und bietet im wesentlichen dasselbe Bild, wie wir es bei Johnsonieenwurzeln beobachten können.

Verwandtschaftliche Beziehungen.

Die grosse Mannigfaltigkeit der anatomischen Verhältnisse innerhalb der *Asphodeloideae* macht es unmöglich, dieselben kurz und zugleich allgemein zutreffend zu characterisieren. Eine anatomische Trennung der *Asphodelinae* und *Anthericinae* erscheint, wie schon oben angegeben war, unthunlich. Diesen beiden Untergruppen stehen die übrigen *Asphodeleae* nahe, von denen die *Dianellinae*, *Eriosperminae* und *Xeroneminae* durch das häufigere Auftreten eines braunen, vermutlich gerbstofflichen Inhaltsstoffes ausgezeichnet sind. Innerhalb der *Aloineae* ist zwar der gröbere Blattbau im wesentlichen constant, desto inconstanter ist aber der Bau der Gefäßbündel, der sogar innerhalb derselben Species ganz beträchtlichen Schwankungen unterliegt, wie aus den Untersuchungen von Trécul und Prollius hervorgeht. Einem großen Bruchteil der *Kniphofinae* sind die oben beschriebenen, durch Parallelverwachsung dünnprismatischer Krystalle entstandenen Calciumoxalatkrystalle eigentümlich. — Bei weitem am wichtigsten scheint mir aber das Ergebnis, dass durch das Auftreten dickwandiger Elemente im Leptom die australischen Gruppen der *Johnsonieae*, *Dasypogoneae*, *Lomandreae* und *Calectasieae* mit einander zu einem engeren Verwandtschaftskreise verbunden sind, dem sich merkwürdigerweise *Aphyllanthes monspeliensis* L. aus dem westlichen Mittelmeergebiet anschließt. Schon Endlicher vereinigt *Aphyllanthes* mit *Xanthorrhoea* und dem größten Teile der von Engler zu den *Johnsonieae* gestellten Gattungen zu der Gruppe der »*Aphyllantheae*«, und ebenso geht aus der in den »Natürl. Pflanzenfamilien« gegebenen Einleitung hervor, dass auch aus morphologischen Gründen *Aphyllanthes* am besten an die oben genannten australischen *Asphodeloideae* anzuschließen ist. Den Gruppen der *Calectasieae*, *Dasypogoneae* und einem Teile der *Johnsonieae* ist übrigens auch noch das gemeinsam, dass mehrere Gefässbündel des Blattes zu einem von einer gemeinsamen Parenchymscheide umschlossenen Bündelcomplexe verschmelzen.

IV. Allioideae.

Von den drei Gruppen dieser Unterfamilie sind die *Agapantheae* auf las südliche und tropische Afrika beschränkt; die *Allieae* finden sich in Mittel- und Südeuropa, in Nordafrika, im extratropischen Asien und in Amerika; die *Gilliesieae* endlich kommen ausschließlich im andinen Südamerika vor und bewohnen hier die feuchten Thäler und Klüfte des Gebirges. Da ihre Entwicklung nach den Mitteilungen von Reiche (in Engler's Jahrbüchern 1892) überdies in eine feuchte Jahreszeit fällt, so wird man bei ihnen von vornherein keine Schutzeinrichtungen gegen zu starke Tranpiration erwarten dürfen.

Mit Ausnahme von *Diphalangium*, *Brevoortia*, *Trichlora*, *Erinna*, *Gehyum*, *Ancrumia* wurde von den in den »Natürl. Pflanzenfamilien« aufgeführten Gattungen mindestens je eine Art untersucht. Da die drei Gruppen dieser Unterfamilie anatomisch nicht von einander zu trennen sind, so sollen sie hier gemeinschaftlich besprochen werden.

Die Epidermis dient, nach der Zartheit der Radialwandungen zu urteilen, stets als peripherischer Wassergewebsmantel. In der Dünne der Epidermisaußenwandungen bei *Solaria miersioides* Phil. und anderen *Gilliesieae* spricht sich deutlich aus, eines wie geringen Schutzes gegen Transpiration diese Pflanzen bedürfen. In einigen wenigen Fällen (z. B. *Allium Victorialis* L.) beschränkt sich die Verdickung auf die Außenwandungen, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle aber sind außerdem noch die Innenwandungen verdickt (z. B. *Allium scorzonerifolium* Red., *A. Scorodoprasum* L., *A. ambiguum* Dcne., *A. ursinum* L., *Muilla maritima* Wats., *Agapanthus multiflorus* Willd.). Da das Hautgelenk der Spaltöffnungen in der Regel an der Innenseite der Außenwandungen liegt, so sind die Spaltöffnungen meist eingesenkt. — Mit wenigen Ausnahmen (*Allium hymenorhizum* Herb., *Gagea reticulata* Schult.) entbehren die Bündel der Allioideenblätter des mechanischen Schutzes durch Bastschienen vollständig (z. B. *Allium nutans* L., *A. Babingtoni* Borr., *Nothoscordon borbonicum* Kth., *N. flavescens* Kth., *Muilla maritima* Wats., *Brodiaea congesta* Sm., *Bessera elegans* Schult., *Gagea pratensis* (Pers.) Schult., *Tristagma nivale* Poepp. et Endl., *Gilliesia montana* Poepp.) oder die Schutzbelege sind nur sehr schwach, wie bei *Allium scorzonerifolium* Red. und *Bloomeria aurea* Kellogg. In den Tracheiden des Blattes und Stammes kommt in der ganzen Unterfamilie so gut wie ausschließlich die spiralige Wandverdickung vor.

Einen mechanischen Ring besitzen die Stengel folgender Arten von *Allium*: *A. Victorialis* L. und *polyphyllum* (nach Engler), *A. scorzonerifolium* Red., *A. ambiguum* Dcne., *A. Cepa* L., *A. obliquum*; schwach ausgebildet oder nur angedeutet ist er bei *A. fistulosum* L., *A. karatoniense* Regel, *A. hymenorhizum* Herb., dagegen fehlt er (nach Engler) bei *B. ursinum* L. ganz.

Einen mechanischen Ring finden wir ferner noch in stärkerer oder schwächerer Ausbildung bei *Agapanthus multiflorus* Willd., *Gagea reticu-*

lata Schult., *Nothoscordon borbonicum* Kth. und *N. flavescens* Kth. (bei anderen nur schwach), *Muilla maritima* Wats., ebenso (nach ENGLER) bei *Gilliesia monophylla*, wogegen er (ebenfalls nach ENGLER) wieder bei *Miersia chilensis* Lindl. und *Solaria miersioides* Phil. fehlt.

Die Bündel im Stengel sind entweder (wie bei *Nothoscordon*, *Bloomeria aurea* Kellogg u. A.) zum Teil dem mechanischen Cylinder angelehnt, und zum Teil im Grundgewebe zerstreut, oder aber, wie dies namentlich bei einigen Arten von *Allium* der Fall ist, es sind zwei Kreise Bündel vorhanden, von denen der eine sich außen, der andere innen an den mechanischen Ringmantel anlehnt. Bei *Allium Cepa* sind nach FALKENBERG die äußeren Gefäßbündel kleiner als die inneren, während bei *Allium obliquum* gerade das umgekehrte Verhältnis stattfindet.

Bei *Allium odorum* scheint sogar, nach der Abbildung in HABERLANDT (»Phys. Pflanzenanatomie« p. 118) zu urteilen, nur ein außen dem mechanischen Ring angelehnter Gefäßbündelkreis vorzukommen.

V. Lilioideae.

Innerhalb dieser weitverbreiteten und nur von Australien ausgeschlossenen Unterfamilie herrscht eine so große Einförmigkeit, verbunden mit dem Mangel jeglicher characteristischen anatomischen Eigentümlichkeiten, dass eine Abgrenzung der beiden Gruppen der *Tulipeae* und *Scilleae* schlechterdings unmöglich ist. Von einer Unterscheidung und Erkennung der Gattungen und Arten kann erst recht nicht die Rede sein, und demgemäß werde ich mich, wie bei den *Allioideae*, mit denen übrigens die *Lilioideae* im anatomischen Bau vieles gemeinsam haben, auch in dieser Unterfamilie mit einer kurzen Gesamtcharacteristik begnügen.

Die Epidermis übernimmt ebenso wenig wie bei den *Allioideae* eine mechanische Function. Die Bündel der Lilioideenblätter sind häufig im Querschnitt in der Richtung senkrecht zur Blattfläche gestreckt; sowohl in den Bündeln der Blätter wie in denen der Stengel kommt fast ausschließlich nur die spiralige Verdickungsform der Tracheidenwandungen vor. Fast stets fehlen den Bündeln des Blattes mechanische Belege, so dass die Festigkeit der Blätter fast nur durch den Turgor der Zellen hergestellt wird. Hiermit im Zusammenhang steht das bei ungenügender Wasserzufuhr an jeder Hyacinthe zu beobachtende schnelle Welken, Schlaffwerden und Einknicken der Blätter. — Ein Querschnitt durch den Stengel einer Lilioidee lässt meist (z. B. *Scilla patula* Red., *S. hispanica* Mill., *Albuca angolensis* Welw., *Urginea maritima* (L.) Bak., *Lloydia serotina* (L.) Rchb., *Lilium Martagon* L., schwächer auch bei *Tulipa praecox* Tenore, *Fritillaria imperialis* L., *Hyacinthus orientalis* L., *Ornithogalum nutans* L. und *O. latifolium* L.) einen mechanischen Ring innerhalb des Rindenparenchyms erkennen. Dagegen fehlt ein solcher bei *Erythronium Dens canis* L., *Tulipa silvestris* L. und *Fritillaria* sp.

Die Gattung *Calochortus* weicht etwas aus dem anatomischen Grund-character der Unterfamilie heraus, durch das Vorkommen von Plattencollen-chym im Blatte von *C. pulchellus* Dougl., durch das häufigere Auftreten von Treppentracheiden bei *C. pulchellus*, *C. venustus* und *C. Hartwegii* Bth. und dadurch, dass die Bündel im Blatte von Schutzschienen begleitet sind, trotzdem hier gerade nicht ein größeres Schutzbedürfnis als bei den übrigen Lilioideen nachweisbar wäre.

VI. Dracaenoideae.

Litteratur: DE BARY: Vgl. Anatomie der Vegetationsorgane. 1877. — HABERLANDT: Phys. Pflanzenanatomie. Leipzig 1884. — KNY: Über einige Abweichungen im Bau der Leitbündel der Monocotyledonen 1881. — HEDVIG LOVÉN: Om utvecklingen af de sekundära kärlknippena hos Dracaena och Yucca (Bihang till K. Svenska. Vet.-Akad. Handlingar XIII. Afdel. 3. No. 3). — MILLARDET: Sur l'anatomie et le développement de Yucca et Dracaena. Cherbourg 1865. — PIROTTA: Sulla struttura delle foglie dei Dasylirion (in Ann. del R. Instituto bot. di Roma III; war dem Verf. leider nicht zugänglich). — RAUWENHOFF: Bijdrage tot de kennis van Dracaena Draco L. (Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Tiende Deel. Amsterdam 1864). — RÖSELER: Dickenwachstum und Entwickelungs-geschichte der secundären Gefäßbündel der baumartigen Liliaceen (PRINGSHEIM's Jahrbücher XX. Heft 3). — WOSSIDLO: Wachstum und Structur der Drachen-bäume. Breslau 1868.

Da in den genannten Schriften sich eine erschöpfende Darstellung der Stamm-anatomie und insbesondere des secundären Dickenwachstums findet, so verweise ich bezüglich dieser Verhältnisse auf die Litteratur und beschränke mich in der folgenden Beschreibung im wesentlichen auf die von mir selbst untersuchten Dracaenoideenblätter (Stengel und Wurzeln wurden weniger berücksichtigt).

1. Yucceae.

Ihr Verbreitungsgebiet beschränkt sich auf die südlichen Vereinigten Staaten, Mexiko und Centralamerika, wo sie meist trockene, sandige Standorte bewohnen. In ihrem anatomischen Bau sind sie demgemäß mehr oder minder deutlich der Trockenheit ihres Standortes angepasst.

Der gröbere Bau der Blätter ist derselbe wie bei den *Nolineae* und der Mehrzahl der *Dracaeneae*: Rings herum findet sich ein assimilatorisches Gewebe ausgebildet, während die Blattmitte von einem chlorophyllfreien Grundgewebe eingenommen wird. Die Gefäßbündel liegen teils im Grund-gewebe, teils an der Grenze desselben und des Assimilationsgewebes. Die Epidermis, deren Außenwandungen bei sämtlichen untersuchten *Yucceae* (*Y. gloriosa* L. *β*, *recurvatifolia* Salisb., *Y. filamentosa* L., *Y. baccifera*) stark verdickt sind, während die Radial- und die Innenwandungen zart sind, lässt, auch bezüglich der Verteilung der Spaltöffnungen einen Unterschied zwischen Ober- und Unterseite nicht erkennen. Die Spaltöffnungen liegen eingesenkt und besitzen nur schwache Verdickungsleisten. — Die Orien-tierung der Bündel ist zwar nicht streng durchgeführt, doch liegt im All-gemeinen das Leptom der Unter-, das Hadrom der Oberseite zugewendet.

Das erstere zeigt keine Abweichungen vom gewöhnlichen Bau; im letzteren kommen sowohl Spiral- wie (zum Teil behöftporige) Treppentracheiden vor. — Außer den Bastbelegen der Mestomstränge finden sich bei allen drei Arten von *Yucca* in den peripherischen Teilen des Blattes isolierte Baststränge von rundlichem Querschnitt. Besonders zahlreich sind sie bei *Y. filamentosa*. Stirbt das zwischen ihnen liegende Parenchym in der Nähe des Blattrandes ab, so bilden die auf diese Weise frei werdenden Baststränge einen eigenartigen Schmuck des Blattrandes, der auch wohl der Art zu ihrem Namen »*filamentosa*« verholfen hat. — Im Stamm ist nach ENGLER bei *Yucca filamentosa* ein geschlossener Bastcylinder nicht ausgebildet, vielmehr sind die Bastmassen der einzelnen Bündel von einander gesondert. — In den Blättern aller drei Arten finden sich Raphiden, bei *Y. baccifera* außerdem noch Krystalle, welche durch Parallelverwachsung mehrerer oder zahlreicher dünnprismatischer Krystalle entstanden sind.

2. Nolineae.

Das Verbreitungsgebiet der *Nolineae* fällt ungefähr mit dem der *Yucceae* zusammen (Texas, Californien, Mexico). Sie bevorzugen felsige Standorte und gehen ziemlich hoch in die Gebirge hinauf.

Die Außenwandungen der Epidermis sind bei den *Dasylirion*-Arten stark verdickt; die Spaltöffnungen liegen tief eingesenkt (Vgl. HABERLANDT: »Phys. Pflanzenanatomie Fig. 104). Die Schutzeinrichtungen der beiden untersuchten Arten von *Nolina* (*N. longifolia* (Karw.) Engl. und *N. microcarpa* Wats.) gegen zu starke Transpirationsverluste sind bereits im ersten Teile dieser Arbeit besprochen worden, ebenso das mechanische System in den Blättern dieser beiden Arten. Sowohl an der Ober- wie an der Unterseite der *Dasylirion*-Blätter stehen zahlreiche subepidermale I-förmige Träger, ohne dass jedoch einander obere und untere Gurtungen entsprächen, wie dies bei *Nolina longifolia* in der Regel der Fall ist. Meist lehnen sich an die erwähnten Träger Mestomstränge innenseitig an, bisweilen finden sich auch noch kleinere Mestombündel an den Seiten der Träger. Außer diesen, die Bastträger begleitenden Bündeln verlaufen im Grundparenchym von *Dasyl. quadrangulatum* Wats. noch einige größere Gefäßbündel.

Das Hadrom aller Gefäßbündel des Blattes (auch der der Blattoberseite genäherten Bündel) ist stets nach oben gekehrt (*Nolina longifolia* (Karw.) Engl., *N. microcarpa* Wats., *Dasylirion acrotrichum* Zucc., *D. serratifolium* Karw. et Zucc., *D. quadrangulatum* Wats.). Es kommen sowohl Spiral- wie Netz- und Treppentracheiden vor. Die der Blattoberseite genäherten Bündel der *Dasylirion*-Arten zeigen übrigens eine relativ kräftigere Entwicklung des Hadroms dem Leptom gegenüber als die Bündel der Blattunterseite.

Im Leptom beider *Nolina*-Arten (besonders bei *N. microcarpa*) finden sich in ähnlicher Weise wie bei den *Melanthioideae* und *Asphodeloideae* dick-

wandige Zellen, welche sich auch hier von den Bastzellen durch ihre weniger schräg gestellten Querwände sowie dadurch unterscheiden, dass sie zahlreichere und rundliche Poren besitzen. Bei *N. longifolia* sind allerdings diese Poren zuweilen auch elliptisch und schräg gestellt, so dass hierdurch schon ein Übergang zu den typischen Bastzellen vermittelt wird. Immerhin ist aber doch festzuhalten, dass die im Leptom auftretenden dickwandigen Zellen nicht mit echten Bastzellen identisch sind. Im Querschnitt durchziehen die dickwandigen Zellen das Leptom in Form eines Netzmaschenwerkes. — Andere Abweichungen vom normalen Bau zeigen die Gefäßbündel der *Dasylirion*-Blätter. Nach Kny (l. c.) wird das Leptom der größeren Bündel der Blattoberseite von *Dasylirion acrotrichum* Zucc. durch eine vom Bastbeleg des Leptoms zum Hadrom hinüberreichende Brücke dickwandiger Zellen in zwei von einander geschiedene Partieen geteilt, während die kleineren Bündel der Blattoberseite und die Bündel der Unterseite ein ungeteiltes Leptom besitzen. Dasselbe Verhalten habe ich auch bei *D. serratifolium* Karw. et Zucc. und *D. quadrangulatum* Wats. gefunden. *D. longifolium* Zucc. weicht nach Kny noch dadurch ab, dass außerdem noch, namentlich in den Bündeln der Blattoberseite sclerenchymatisch verdickte Zellen zwischen die zartwandigen Zellen des Leptoms und zwar in Gestalt eines unregelmäßigen Maschennetzes eingestreut sind. — Zwischen den Bastbelegen der Bündel von *D. quadrangulatum* findet sich an den Seiten des Bündels meist eine Schicht behöftporiger dickwandiger Tracheiden ausgebildet, doch sieht man, wenn man successive Querschnitte anfertigt, dass dieselben auch gelegentlich fehlen können. Außer dieser ergänzenden Bemerkung will ich noch hinzufügen, dass die Dornen an den Rändern der *Dasylirion*-Blätter aus langgestreckten, dickwandigen Zellen mit linksschiefen Poren bestehen.

Im Blütenstandsstiel von *Nolina microcarpa* Wats. wurde innerhalb des Rindengewebes ein kräftiger Bastmantel beobachtet, der nach innen in das derbwandige Mark überging.

Die schon öfters erwähnten, durch Parallelverwachsung mehrerer oder zahlreicher nadelförmiger Individuen entstandenen Krystalle von Calciumoxalat habe ich sowohl bei beiden Arten von *Nolina* wie bei allen drei untersuchten *Dasylirion*-Arten beobachtet.

3. Dracaeneae.

Heimisch in den wärmeren Gegenden der alten Welt, namentlich in Afrika, Ostindien, im indischen Archipel, Australien, Neuseeland, Tasmanien; in Amerika nur eine Art von *Cordyline*. Sie sind nur zum Teil Bewohner trockener Standorte, wie aus den weiter unten folgenden Standortsangaben einzelner Arten hervorgeht. Mit Ausnahme der im Berliner Herbarium fehlenden Gattung *Milligania* wurden sämtliche in den »Natürl. Pflanzenfamilien« aufgeführten Gattungen untersucht. Bezüglich der Stammanatomie verweise ich auf die oben angeführte Litteratur, da von mir nur Blätter und einige Wurzeln untersucht wurden.

Die Außenwandungen der Epidermis sind, sofern nicht (wie bei Arten von *Astelia*) eine schützende Haarbekleidung vorhanden ist, in der Regel stark verdickt. Bei der Mehrzahl der *Dracaena*-Arten sind ihnen überdies winzige Kryställchen von Calciumoxalat eingelagert. Eine Ausnahme macht *Dracaena densiflora* Bak., deren Epidermisaußenwandungen ebenso dünn wie die übrigen Wandungen der Epidermis sind. Eine teilweise Erklärung für dieses Verhalten liegt in der Natur des Standortes (»feuchte Stellen, Bachufer und als Unterholz im Walde«), die die Ausbildung eines besonderen Schutzes gegen zu große Transpirationsverluste nicht nötig erscheinen lässt. Die Spaltöffnungen besitzen durchgängig schwache Verdickungsleisten und liegen meist eingesenkt. — Eine Fächerung durch zarte Querwände habe ich in den längsgestreckten Epidermiszellen von *Dracaena Draco* L. beobachtet; sie kommt nach Pfitzer auch noch bei *D. reflexa* vor. Eine zwei- bis vierschichtige Epidermis kommt verschiedenen *Astelia*-Arten (*A. Banksii* A. Cunn. und *A. veratroides* Gaud., Blattoberseite) zu, wogegen wir bei anderen Arten derselben Gattung (*A. pumila* Spr. und *A. nervosa* Banks et Sol.) sowohl oberseits wie unterseits eine einschichtige Epidermis finden. Die beiden erstgenannten Arten zeichnen sich außerdem durch den Besitz von Schuppenhaaren aus.

Da *Astelia Banksii* (auf Baumästen) in feuchten Wäldern lebt, so erscheint es zunächst auffallend, dass es trotzdem zur Ausbildung einer zweischichtigen Epidermis und einer schützenden Haarbekleidung kommt; möglicherweise ist aber mit der epiphytischen Lebensweise zugleich eine Erschwerung der Wasserzufuhr verbunden, und die Pflanze sieht sich aus diesem Grunde genötigt, die Verdunstung zu beschränken und das wasserspeichernde Gewebe zu verstärken. Von *A. veratroides* Gaud. ist mir die nähere Natur des Standortes nicht bekannt; dagegen tragen die Etiketten der beiden anderen Arten folgende Angaben der Sammler: *A. pumila* Spr.: »Bergabhänge nahe über dem Meere mit alpiner Vegetation, rasenbildend« — *A. nervosa* Banks et Sol.: »forming dense masses in alpine bogs« (außerdem kommt sie auch auf Gebirgswiesen zwischen Gras vor). Bei den beiden letztgenannten Arten ist ein Schutzbedürfnis gegen zu starke Transpiration jedenfalls nur in geringem Grade vorhanden, und demgemäß findet sich auch beiderseits nur eine einschichtige, mit dünnen Außenwandungen versehene Epidermis, die beiderseits zahlreiche Spaltöffnungen trägt.

Die Gefäßbündel wenden ihr Hadrom sämtlich der Blattoberseite zu, wofern nicht, wie bei *Dracaena*, die Bündelorientierung weniger streng durchgeführt ist. Das Leptom der Bündel zeigt in dieser Gruppe alle Übergänge vom normalen Bau bis zu einem solchen, wie wir ihn bei *Ophiopogon* finden. Bei *Cohnia parviflora* Kth. besteht das Leptom aus gleichmäßig zartwandigen Elementen; *Cordyline rubra* Hügel und *C. Banksii* Hook. f. sowie die *Astelia*-Arten zeigen ebenfalls fast normal gebautes Leptom, nur treten im Leptom von *Ast. Banksii* A. Cunn. isolierte, dickwandige prosenchyma-

tische, mit schiefgestellten Spaltporen versehene Zellen auf[1]), und bei *Cord. Banksii* Hook, f. unterscheiden sich die Leptomzellen der seitlichen Partieen von den zwischen ihnen gelegenen Leptomzellen durch ihre geringere Größe und ihre zarteren Wandungen.

Dagegen dringen nach Kny bei *Cord. Veichtii* und *C. australis* Endl. vom Hadrom aus dickwandige Zellen vor, ohne daß indeß gerade alle Bündel desselben Blattes dieses Verhalten zeigten. Im Leptom von *Dracaena Draco* L., *Dr. Cinnabari* Balf. f., *Dr. densiflora* Bak., *Dr. Ombet* Heugl. schieben sich vom Hadrom aus (in der Regel zwei) Brücken dickwandiger Zellen in das Leptom vor, so das letztere in drei getrennte Partieen teilend. Bei *Dr. Ombet* sind die genannten Brücken äußerst dünn und die seitlichen Leptomgruppen sehr klein.

Sämtliche untersuchten Arten von *Dracaena* besaßen gefächerte Bastzellen. Sehr selten zeigt sich auch in den Bastzellen von *Cordyline sp.* eine zarte Querwand. Außer den mehr oder minder kräftig ausgebildeten Bastschienen der Bündel kommen noch in den Blättern folgender Arten isolierte Baststränge ohne angelagertes Mestom vor: *Dr. Draco, Dr. Ombet, Dr. Cinnabari, Cordyline rubra, Astelia Banksii;* sie fehlen dagegen bei *Dr. densiflora, Cordyline Banksii, Cohnia parviflora.*

Im Stamm von *Astelia Banksii* A. Cunn und *A. alpina* R. Br. findet sich kein mechanischer Ringmantel, sondern es sind subcorticale Baststränge vorhanden, welche zugleich zum Schutze der an sie angelehnten Mestombündel dienen. Raphiden wurden bei *Cordyline rubra*, *Cohnia parviflora, Dracaena Draco*, *Dr. Cinnabari*, *Astelia veratroides* und *A. Banksii* beobachtet, Einzelkrystalle wurden außerdem bei *Cordyline rubra* gefunden. Gerbstoffähnliche Inhaltsmassen finden sich im Leptom und im Mesophyll (seltener in den Zellen der oberen Epidermis) von *Astelia veratroides.* In den peripherisch gelegenen Zellen der untersten rot gefärbten Teile der Blätter von *Dracaena Draco* kommen gelbrote Harz- oder Öltröpfchen vor.

Verwandtschaftliche Beziehungen.

Allen drei Gruppen der *Dracaenoideae* ist es gemeinsam, daß sämtliche Bündel ihr Hadrom nach oben kehren. Dieses Verhalten erleidet nur in den wenigen Fällen eine Ausnahme, in denen eine genaue Orientierung nicht streng durchgeführt ist. (Vgl. oben.) Das Leptom der Bündel zeigt alle Übergänge vom normalen Bau bis zu dem bei *Ophiopogon* u. s. w. auftretenden Bau. In den Blättern der *Nolineae* fanden sich durchweg subepidermale Träger, wogegen ich sie bei *Yucca* und den *Dracaeneae* nicht gefunden habe. Dagegen besitzen die Blätter der *Yucca*-Arten und vieler *Dracaeneae* isolirte, nicht von Mestom begleitete Baststränge[2]).

---

1) Nach Kny zeigen sie bisweilen die Neigung, sich zu einer medianen Trennungswand zu gruppieren.

2) Häufig lässt sich in der Mitte derartiger Stränge eine aus ganz wenigen zartwandigen Elementen bestehende Zellgruppe erkennen.

Wie sehr übrigens innerhalb ein und derselben Gattung die Ausbildung des mechanischen Systems variieren kann, zeigt *Nolina*. Ein geschlossener subcorticaler Bastmantel fehlt meines Wissens in den Stengelteilen der *Dracaenoideae*, nur im Blütenstandsstiel von *Nolina microcarpa* fand ich einen solchen.

Durch Parallelverwachsung zahlreicherer prismatischer Individuen entstandene Calciumoxalatkrystalle, wie sie bei den *Kniphofinae* häufig waren, finden sich in allen drei Gruppen, am häufigsten bei den *Nolineae*.

Auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der *Dracaenoideae* zu anderen Unterfamilien der *Liliaceae* werde ich noch bei den *Ophiopogonoideae* zurückkommen.

VII. Asparagoideae.

1. Asparageae.

Die Phyllocladien zeigen, wenn sie (*Danaë racemosa* (L.) Mnch.; *Semele androgyna* (L.) Kth.; *Ruscus aculeatus* L.) flach blattförmig ausgebildet sind, eine gewisse Ähnlichkeit mit Blättern, indem die sie durchziehenden Bündel überwiegend ihr Leptom nach ein und derselben Seite kehren und Spaltöffnungen auf eben diese, dem Lichte abgewendete Seite beschränkt sind. Auch lässt sich häufig, ganz wie in echten Blättern, beobachten, daß das Assimilationsgewebe auf der dem Lichte zugekehrten Seite dichter ist als auf der anderen Seite, wo es eine mehr schwammparenchymatische Beschaffenheit annimmt.

Betreffs der Anatomie der stärkeren Sprosse der *Asparageae* möge noch folgendes bemerkt sein:

Eine secundäre Fächerung der Epidermiszellen, ähnlich der bei *Dracaena* sp., wurde bei *Asparagus Sprengeri* Regel beobachtet. Der eigenartige Bau der Epidermis bei *Asparagus acutifolius* L. und *A. laevissimus* Steud. wurde bereits in Teil I besprochen. Während im Stamm von *Ruscus Hypoglossum* nach Falkenberg in den oberen Teilen vorspringende Kanten verlaufen, denen zum Teil Bündel entsprechen, welche als stammeigene bezeichnet werden müssen, war dies in den von mir untersuchten[1]) Schnitten von *Ruscus aculeatus* L. nicht der Fall. Innerhalb des Rindenparenchyms fand sich bei allen untersuchten *Asparageae* (*Asparagus officinalis* L., *A. Sprengeri* Regel, *A. laevissimus* Steud., *A. acutifolius* L., *A. medeoloides* Thbg., *Danaë racemosa* (L.) Mnch., *Semele androgyna* (L.) Kth., *Ruscus aculeatus* L., *R. Hypophyllum* L., *R. Hypoglossum* L.) ein mechanischer Hohlcylinder, dessen am meisten prosenchymatische Elemente an seiner Peripherie liegen. Nach innen zu geht er allmählich in das in der Regel[2]) derbwandige Grundgewebe über, in welchem regellos zerstreut die

1) Die Schnitte waren ziemlich weit unten geführt.

2) Ausnahme: *Asparagus laevissimus*.

Gefäßbündel liegen. Das Leptom der letzteren war in den beobachteten Fällen durchweg normal gebaut. Die überwiegende Mehrzahl der Tracheen und Tracheiden sind treppenförmig verdickt; ihre Poren in der Regel behöft. Sehr steil gestellte, vielsprossige leiterförmige Perforationen wurden bei *Danaë racemosa*, *Semele androgyna*, *Asparagus acutifolius* und *laevissimus* beobachtet; dagegen scheinen sie den drei *Ruscus*-Arten zu fehlen. — Gefächerte Bastzellen (vgl. auch Teil I) besitzen *Danaë racemosa*, *Semele androgyna*, *Ruscus aculeatus*, *Ruscus Hypophyllum*, *Ruscus Hypoglossum*, *Asparagus Sprengeri:* einzelne Bastzellen sind gefächert bei *Aspar. laevissimus,* dagegen waren die Bastzellen des untersuchten Exemplares von *Aspar. acutifolius* ungefächert. Raphiden wurden bei mehreren Arten von *Asparagus* beobachtet. Nach Angaben Bessey's besitzt *Asparagus officinalis* ein ganz an das der *Dracaenoideae* erinnerndes secundäres Dickenwachstum; die Feststellung eines eben solchen in den Rhizomen von *Aspar.* spec. seitens af Klercker's war bereits oben erwähnt worden.

2. Polygonateae.

In der nördlich gemäßigten Zone; in den Wäldern der Ebene und des Gebirges. Die Blätter, namentlich die der *Disporum*-Arten, sind häufig äußerst dünn und verraten schon hierdurch, dass sie an den von den *Polygonateae* bewohnten Standorten nicht an einem Mangel an Feuchtigkeit zu leiden haben. Dementsprechend weist auch die Epidermis niemals starke Verdickungen der Außenwandungen auf. Die Radialwandungen sind bisweilen (*Streptopus amplexifolius* DC., *Disporum smilacinum* A. Gray u. a.) gewellt. Einzellige Haare finden sich bei *Smilacina stellata* Desf., ein- bis vierzellige unverzweigte Haare bei *Disporum lanuginosum* Bth. Die Spaltöffnungen sind meist auf die Unterseite der Blätter beschränkt und liegen nie eingesenkt. — Das Leptom der Gefäßbündel zeigt in dieser Gruppe normalen Bau; im Hadrom kommen sowohl Treppen-, wie Spiral- und Netztracheiden vor. Vielsprossige, leiterförmige Perforationen wurden, wenn auch ziemlich selten, bei *Polygonatum giganteum* Dietrich beobachtet. Im Stamm wird bisweilen (*Polygonatum officinale* All., *Streptopus amplexifolius* DC.) ein Hypoderm ausgebildet. Bei allen daraufhin untersuchten *Polygonateae* (*Clintonia multiflora* Beck., *Smilacina stellata* Desf., *S. racemosa* Desf., *Majanthemum bifolium* (L.) DC. β) *kamschatkica*, *Disporum multiflorum* Don, *D. lanuginosum* Bth., *D. calcaratum* Dcne., *Streptopus amplexifolius* DC., *St. roseus* Wall., *Polygonatum officinale* All., *P. giganteum* Dietrich, *P. anceps*) wird innerhalb des Rindenparenchyms ein mechanischer Cylinder ausgebildet. Eine Fächerung wurde nur an einzelnen Bastzellen von *Smilacina stellata* Desf. und *Clintonia multiflora* Beck beobachtet. Die außerhalb des Bastmantels verlaufenden Bündel der Stengel von *Polygonatum anceps* sind nach E. Scholz als stammeigene Bündel zu betrachten.

Die in der obigen Beschreibung nicht mit inbegriffene *Drymophila*

cyanocarpa R. Br. besitzt Blattspreiten, bei welchen infolge einer Drehung des Blattstiels die morphologische Unterseite zur physiologischen Oberseite geworden ist. Sowohl durch den Bau der Blattepidermis, wie auch durch die Nervatur des Blattes, das weitaus überwiegende Vorkommen behöftporiger Treppentracheiden, die Tüpfelung der Rindenparenchymzellen schließt sich diese Gattung weit eher an die *Enargeoideae* an, bei denen verwendete Blattspreiten ebenfalls mehrfach vorkommen. — Die Stammepidermis von *Drymophila* trägt unverzweigte einzellige Haare. Eine Fächerung der Bastzellen wurde hier und da beobachtet.

3. Convallarieae.

a. Convallarinae.

Hier möge nur bemerkt sein, dass im Stamm von *Speiranthe convallarioides* Bak. und *Reineckia carnea* Kth. ein geschlossener, subcorticaler Bastmantel fehlt, dass dagegen ein solcher bei *Convallaria majalis* L. vorhanden ist. Nur durch den helleren, gelblichweißen Glanz weichen die Wandungen des zwischen den äußersten Bündeln von *Speiranthe* gelegenen dünnwandigen Gewebes von denen des Grundparenchyms ab. Hier und da wurde in den Bastzellen von *Convallaria majalis* eine zarte Querwand gesehen. Während das Leptom von *Reineckia carnea* und *Convallaria majalis* im ganzen und großen normal gebaut ist, besitzt es bei *Speiranthe convallarioides* genau dieselbe Structur wie bei *Ophiopogon*, d. h. zartwandige Leptomzellen sind in wenigzelligen (1—3 Zellen ca.) Gruppen dem übrigen dickwandig gewordenen Leptom eingesprengt.

b. Aspidistrinae.

Das Assimilationssystem weist bei *Rhodea japonica* Roth et Kth., *Tupistra squalida* Gawl., *Aspidistra elatior* Blume (weniger deutlich bei *Gonioscypha eucomoides* Baker und *Campylandra aurantiaca* (Wall.) Baker), namentlich nahe der Blattoberseite Zellen auf, die senkrecht zur Längsrichtung des Blattes gestreckt sind, wie die parallel der Blattfläche geführten Schnitte erweisen.

Normal gebaut ist das Leptom der Bündel im Blatte von *Gonioscypha* und *Campylandra*; bei *Rhodea* und *Tupistra* zeichnen sich bereits einige Zellen des Leptoms den übrigen gegenüber durch ihre dickeren Wandungen aus; in noch höherem Grade endlich ist dies bei *Aspidistra elatior* der Fall, deren Leptom bereits im ersten Teile näher beschrieben wurde.

Ein geschlossener Bastmantel kommt weder in dem Schafte von *Rhodea japonica* noch in dem von *Aspidistra elatior* vor. Im Blatte sind die Bündel in der Regel durch kräftig ausgebildete Bastschienen geschützt. Gefächerte Bastzellen wurden bei *Rhodea* beobachtet.

4. Parideae.

Da die *Parideae* durchweg schattige Wälder bewohnen, so werden keinerlei Einrichtungen im anatomischen Bau zu finden sein, welche auf eine Herabsetzung der Transpiration abzielen. Die Außenwandungen der meist plattenförmigen Epidermiszellen sind denn auch durchgehends zart und unverdickt. Die Radialwandungen sind in der Regel gewellt (*Medeola virginiana* L., *Paris* sp., *Trillium* sp.). Spaltöffnungen meist nur unterseits, niemals eingesenkt und nicht nach einer bestimmten Richtung orientiert. Das Leptom der *Parideae* ist normal gebaut. Der mechanische Schutz der Bündel in den Blättern ist in der Regel nur unbedeutend. Ein »mechanischer Ring« ist nur bei *Medeola virginiana* L. ausbildet, fehlt jedoch in den Stengeln aller untersuchten *Paris*- und *Trillium*-Arten (*P. quadrifolia* L , *P. quadrifolia* L. β) *hexaphylla* Cham., *P. polyphylla* Sm., *Tr. sessile* L., *Tr. obovatum* Pursh, *Tr. grandiflorum* Salisb.). In einigen Fällen (z. B. *Paris polyphylla*, *Trillium sessile*) wird zwar im Stengel ein ein- bis zweischichtiges Hypoderm mit schwach verdickten Wandungen ausgebildet, an eine irgendwie nennenswerte Verstärkung der Biegungsfestigkeit des Stengels hierdurch kann jedoch nicht entfernt gedacht werden. Bezüglich der Anordnung der Gefäßbündel in den Stengeln von *Paris* und *Trillium* wolle man den ersten Teil nachlesen.

Verwandtschaftliche Beziehungen.

Aus dem oben Gesagten geht zunächst hervor, was schon früher Engler festgestellt hatte, dass die Ausbildung des mechanischen Systems im Stengel selbst bei recht nahe stehenden Gattungen verschieden sein kann. Auch dem Auftreten dickwandiger Leptomelemente, wie es bei den *Convallarieae* öfters vorkommt, kann nur eine untergeordnete systematische Bedeutung beigemessen werden, da einerseits *Speiranthe* dickwandige Leptomzellen besitzt, dagegen die nahe verwandte *Reineckea* nicht, und da andrerseits ein ganz ähnlicher Leptombau auch in systematisch den *Asparagoideae* fernstehenden Unterfamilien (*Melanthioideae*, *Asphodeloideae*) auftritt. Ebenso ist auch die anatomische Ähnlichkeit des *Asparageae*-Stengels mit dem der *Herrerioideae* nicht zur Herstellung verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen diesen beiden Gruppen zu benutzen.

VIII. Ophiopogonoideae.

Von Japan bis nach Ostindien; außerhalb Asiens nur Arten der Gattung *Sanseviera* (südl. und trop. Afrika). Da die letztgenannte Gattung anatomisch mit den übrigen hierher gehörigen Gattungen so gut wie nichts gemeinsam hat, möge sie von diesen gesondert besprochen werden.

Trotzdem die untersuchten[1]) *Sanseviera*-Arten zum Teil feuchte und schattige Localitäten bewohnen, zeigen sie sämtlich einige Eigentümlich-

1) Es sind dies *S. cylindrica* Bojer, *S. guineensis* Willd., *S. zeylanica* Willd., *S. Ehrenbergii* Schwfth.

keiten, die wir bei xerophilen Pflanzen anzutreffen gewohnt sind (eingesenkt liegende Spaltöffnungen; succulente Blätter mit einem mächtigen inneren Wasserspeichersystem, mit stark verdickten und mit Einlagerungen von Calciumoxalat versehenen Außenwandungen der Epidermis etc.). Die Radialwände der Epidermis sind nur in ihrem untersten Teile zart, so dass auch bei stärkerem Wasserverlust niemals ein vollständiges Zusammensinken der Epidermis erfolgen würde. Eine Fächerung einzelner Epidermiszellen durch eine oder zwei zarte Radialwände wurde bei *Sanseviera cylindrica* Bojer beobachtet. Unter der Epidermis liegt ein mehrschichtiges, allseitig gleichmäßig ausgebildetes Assimilationssystem, dessen Zellen Chlorophyllkörner von außerordentlicher Größe enthalten. Die Blattmitte wird von einem chlorophyllfreien Parenchym eingenommen, dessen Zellwandungen die schon von Schmidt erwähnten Spiralverdickungen zeigen. Die Mehrzahl der Gefäßbündel liegt nicht weit von der inneren Grenze des Assimilationssystems entfernt, doch ist auch die Blattmitte nicht frei von ihnen. Das Leptom, welches (im Gegensatz zu den übrigen *Ophiopogonoideae*) normal gebaut ist, ist ungefähr nach außen, das Hadrom nach innen gewendet, doch ist diese Orientierung der Bündel nicht ganz streng durchgeführt. Im Hadrom kommen sämtliche Verdickungsarten der trachealen Elemente vor. Sowohl in den Blättern wie in den Stammteilen sind die Mestombündel von Baststrängen begleitet, die oftmals einen bedeutend größeren Querschnitt haben als die Mestomstränge. Für die Festigkeit des Blattes wird außerdem durch zahlreiche, (namentlich in den peripherischen Teilen verlaufende) isolierte Baststränge gesorgt, an welche sich kein Mestom anlehnt. Sowohl bei *S. cylindrica* wie bei *S. Ehrenbergii* findet sich ein geschlossener subcorticaler Bastmantel. Alle untersuchten *Sanseviera*-Arten besaßen gefächerte Bastzellen.

Im Unterschiede gegen *Sanseviera* ist bei *Ophiopogon*, *Liriope*, *Peliosanthes* das Vorkommen der Spaltöffnungen auf bestimmte Streifen des Blattes beschränkt, während in den anderen (dem Zuge der Gefäßbündel folgenden) Streifen unter der Epidermis des Blattes ein Hypoderm ausgebildet wird (Beschreibung vgl. Teil I., sowie Schmidt).

Eine sekundäre Fächerung der Epidermiszellen durch zarte Radialwände tritt bei *Ophiopogon japonicus* (L. f.) Ker. und noch schöner bei *Liriope graminifolia* (L.) Bak. auf. — Allen drei Gattungen ist gemeinsam, dass der größte Teil der Leptomelemente, namentlich in den Bündeln des Blattes, seine Wandungen verdickt und dass diesem sclerotisierten Gewebe die zartwandig bleibenden Leptomzellen in wenigzelligen Gruppen eingesprengt sind. Im Hadrom der Bündel des Blattes finden sich Spiral-, Treppen- und Netztracheiden, im Stamme wiegt die treppenförmige Verdickung vor. Das zwischen den Bündeln befindliche, chlorophyllfreie Parenchym des Blattes zerreißt und vertrocknet später, so dass die älteren Blattteile von weiten Luftkanälen durchzogen werden.

In den Blütenschäften von *Peliosanthes courtallensis* Wight und *P. ma-rophylla* Wall. macht der mehrschichtige Mantel von starkwandigem Hypo-lerm die Ausbildung eines weiteren mechanischen Hohlcylinders überflüs-sig, und die Bastbelege der Bündel haben wohl vorwiegend localmechanischen Zwecken zu genügen. Dagegen besitzen *Ophiopogon japonicus* (L. f.) Ker., *O. Jaburan* (Lodd.), *Liriope graminifolia* (L.) Bak. außer 1—2 schichtigen Hypodermstreifen einen subcorticalen Bastmantel. Eine Fächerung der Zellen desselben wurde nicht beobachtet. — Durch Parallelverwachsung mehrerer Individuen entstandene prismatische Calciumoxalatkrystalle fan-den sich bei *Peliosanthes macrophylla*. Sowohl diese Krystalle als auch die bei derselben Art vorkommenden Raphiden waren quergegliedert.

Verwandtschaftliche Beziehungen.

In der neuesten Publication Engler's[1]) findet sich die Ansicht vertreten, dass die Unterfamilie der *Ophiopogonoideae* schwerlich einheitlichen Ur-sprungs sein dürfte, sondern dass sie vielmehr zwei Typen umschließt, von denen der eine (*Sanseviera*) sich möglicherweise an die *Dracaenoideae*, der andere (*Ophiopogon, Liriope, Peliosanthes*) an die *Asparagoideae* anschließt.

Dieser Ansicht ist auch vom vergleichend-anatomischen Standpunkte aus eine gewisse Berechtigung zuzuerkennen. Dass zunächst *Sanseviera* den Gattungen *Ophiopogon, Liriope, Peliosanthes* gegen-über eine isolierte Stellung einnimmt, und dass die drei letzteren einen engeren Verwandtschaftskreis bilden, geht aus der oben gegebenen Cha-racteristik hervor. Weniger sicher ist dagegen der Anschluss der *Ophio-pogonoideae* an die *Dracaenoideae* resp. *Asparagoideae* anatomisch gestützt. Allerdings hat das *Sanseviera*-Blatt in seinem Bau die größte Ähnlichkeit mit *Dracaenoideae*-Blättern, es wäre aber verkehrt, etwa in der Ausbildung des mechanischen Systems (isolierte Baststränge bei beiden) den Ausdruck einer verwandtschaftlichen Beziehung sehen zu wollen, da sich ähnliche Festigkeitseinrichtungen auch anderswo (*Aloineae*) finden, wo die Blätter ebenfalls succulent sind. Andrerseits wäre aber auch der normale Bau des Leptoms in den Blättern von *Sanseviera* kein Grund, diese Gattung von den *Dracaenoideae* auszuschließen, da derselbe auch bei einigen *Dracaenoideae* vorkommt. Mit *Dracaena* hat *Sanseviera* die Fächerung der Bastzellen ge-meinsam, unterscheidet sich aber von dieser durch den Bau des Leptoms und die Verdickungsbänder der Zellwandungen des Grundparenchyms. — Von den *Asparagoideae* stehen die *Convallarinae* den Gattungen *Ophiopogon, Liriope, Peliosanthes* wohl am nächsten. Im Bau des Leptoms stimmt mit den letzteren nur *Speiranthe* (nicht aber *Reineckia*) überein; ebenso ist auch die Ausbildung des mechanischen Systems im Stengel bei den *Convallarinae* sowohl wie bei den genannten *Ophiopogonoideae* nicht constant.

---

1) Die system. Anordnung der monocot. Angiospermen p. 42.

IX. Aletroideae.

Die Mitglieder der einzigen hierher gehörigen Gattung *Aletris* bewohnen nach der Angaben in den »Natürl. Pflanzenfam.« Moore und Haiden Ostasiens und des östl. Nordamerikas.

Sämtliche Wandungen der Epidermiszellen sind zart und unverdickt, die Radialwandungen überdies mit Tüpfeln versehen. — Das Assimilationssystem zeigt keine bemerkenswerten Eigentümlichkeiten. — Die Gefäßbündel des Blattes zeigen denselben Leptombau wie die von *Ophiopogon* Ebenso finden sich auch in den oberen Stengelteilen bereits dickwandig gewordene Leptomzellen. Die Tracheiden sind zum Teil mit behöften, ovalen Tüpfeln versehen, zum Teil sind sie spiralig, netz- oder treppenförmig verdickt. — Betreffs des mechanischen Systems ist noch zu bemerken, dass bei *Aletris aurea* Walt. und *japonica* Lamb. ein geschlossener mechanischer Ringmantel im Stengel ausgebildet wird, dass dagegen bei A. *farinosa* L. das Vorkommen eines solchen auf die untersten Stengelteile beschränkt ist. — Die übrigen anatomischen Verhältnisse bieten nichts Auffallendes dar. Von *Ophiopogon* unterscheiden sich die Blätter der *Aletris*-Arten durch das Fehlen der dickwandigen Hypodermstreifen und durch die Orientierung der Gefäßbündel.

Engere verwandtschaftliche Beziehungen zu anderen Unterfamilien habe ich nicht erkennen können; auf diesbezügliche Ansichten Scharf's werde ich weiter unten zu sprechen kommen.

X. Enargeoideae.

Die auf das altoceanische Gebiet beschränkten *Enargeoideae* bewohnen zum größten Teile schattige Wälder des extratropischen Südamerikas und des östlichen Australiens wo sie entweder auf moorigem Boden wachsen oder aber an Baumstämmen wurzeln.

Die Außenwandungen der Epidermiszellen sind im allgemeinen nur mäßig verdickt, nur *Philesia buxifolia* Lam., *Lapageria rosea* R. et P., *Behnia reticulata* Diedr. besitzen kräftig verdickte Außenwandungen. Die Radialwandungen zeigen häufig mehr oder weniger starke Wellung (innerhalb der Gattung *Enargea* schwankend: *E. polyphylla* (Hook. f.) F. v. M. hat gewellte, *E. radicans* (R. et P.) F. v. M. nicht gewellte Radialwände) und sind mit rundlichen Tüpfeln versehen. Haarbildungen habe ich nirgends beobachtet. — Spaltöffnungen finden sich außer auf der Stengelepidermis nur auf der Blattunterseite, bei *Enargea* sind sie sogar auf besondere Streifen derselben beschränkt. Dass bei *Enargea* und *Geitonoplesium cymosum* (R. Br.) A. Cunn. (dagegen nicht bei *Eustrephus*) die physiologische Unterseite der morphologischen Oberseite entspricht, war bereits oben erwähnt worden. Die Zellen des Assimilationsgewebes sind nur in der obersten Schicht des Blattes von *Philesia buxifolia* Lam. typisch palissadenförmig, sonst aber ziemlich isodiametrisch. Sämtliche Zellen des Blattmesophylls sind mit kräftigen Verdickungsleisten ausgesteift bei *Lapageria rosea* R. et P. Bei sämtlichen untersuchten *Enargeoideae* (*Enargea marginata* Banks et Sol.

E. polyphylla (Hook. f.) F. v. M., *E. radicans* (R. et P.) F. v. M., *Geitonoplesium cymosum* (R. Br.) A. Cunn., *Eustrephus latifolius* R. Br., *E. l.* β *angustifolius* (R. Br.) Engl., *Behnia reticulata* (Thbg.) Diedr., *Philesia buxifolia* Lam., *Lapageria rosea* R. et P.) sind die Zellen des Rindenparenchyms der Stämme, wenigstens in den inneren Schichten, getüpfelt. Die Gefäßbündel sämtlicher *Enargeoideae* besitzen in Stamm und Blatt normal gebautes Leptom; im Hadrom kommen fast ausschließlich behöftporige Treppentracheiden vor, wogegen die spiralige Verdickung nur sehr selten auftritt. Leiterförmige Perforationen wurden in den Stämmen von *Lapageria rosea* und *Geitonoplesium cymosum* beobachtet. Die Bündel der Blätter sind stets mechanisch geschützt; im Stamm sämtlicher *Enargeoideae* ist innerhalb des Rindenparenchyms ein mechanischer Hohlcylinder ausgebildet, dessen Zellen bei *Enargea* sp. hier und da eine zarte Querwand erkennen ließen. — Ein brauner, anscheinend gerbstofflicher Inhalt kommt in Blatt und Stamm von *Philesia buxifolia* und *Lapageria rosea* vor. Raphiden enthalten *Philesia*, *Lapageria*, *Geitonoplesium*, *Eustrephus*; größere prismatische Einzelkrystalle wurden bei *Geitonoplesium* und *Eustrephus*, octaëdrische Einzelkrystalle bei *Behnia* gefunden. — Die kurz stäbchenförmige Gestalt der Stärkekörner von *Enargea radicans* war bereits im ersten Teile erwähnt worden.

Verwandtschaftliche Beziehungen:

Bereits bei den *Asparagoideae* war auf die Ähnlichkeit des anatomischen Baues von *Enargea* und *Drymophila* hingewiesen worden. Andrerseits stehen die *Enargeoideae* anatomisch den *Smilacoideae* sehr nahe (ein Stammstück von *Smilax Myrtillus* ist einem solchen von *Enargea* z. B. zum Verwechseln ähnlich gebaut).

XI. Smilacoideae.

Die in den wärmeren Gegenden der alten und der neuen Welt vorkommenden *Smilacoideae* sind zum größten Teil kletternde Sträucher oder Halbsträucher. — Die in der Regel mäßig verdickten Außenwandungen der Epidermis zeigen eine eigenartige Ausbildung nur bei *Smilax leucophylla* Bl. und *S. odoratissima* Bl. (Stamm!), indem sie hier mit zierlichen Verdickungsleisten versehen sind. Während die längsgestreckten Zellen der Stammepidermis ungewellte Radialwandungen besitzen, tritt bei den nicht nach einer bestimmten Richtung gestreckten Blattepidermiszellen häufig (z. B. *Smilax lanceaefolia* Roxb., *S. glycyphylla* Smith, *Rhipogonum scandens* Forst.) eine mehr oder minder starke Wellung der Radialwandungen auf. Die Entwickelungsgeschichte der meist auf die Unterseite des Blattes beschränkten Spaltöffnungen war schon im ersten Teile dieser Arbeit besprochen worden. Das Assimilationssystem des Blattes weist keine anatomischen Eigentümlichkeiten auf; die Zellen des Rindenparenchyms des Stammes sind längsgestreckt und ihre Wandungen getüpfelt (*Smilax lanceaefolia* Roxb., *S. glycyphylla* Smith., *S. leucophylla* Bl., *S. odoratissima* Bl.,

S. herbacea L., *Heterosmilax Gaudichiana* DC.). Die Gefäßbündel des Stammes zeichnen sich durch große Weite der Siebröhren und Gefäße aus, wie die im ersten Teile angegebenen Zahlen erweisen. Bei einigen (*Smilax glycyphylla* Smith., *S. odoratissima* Bl., *S. herbacea* L., *Rhipogonum scandens* Forst., *Heterosmilax Gaudichiana* DC.) finden sich in der Mehrzahl der Bündel zwei solcher weiten Gefäße an den Seiten des Bündels, während die übrigen Gefäße und Tracheiden enger sind. In allen untersuchten Fällen sind die weiten Gefäße behöftporige Treppengefäße (*S. lanceaefolia, glycyphylla, leucophylla, odoratissima, herbacea, Rhip. scandens, Heterosm. Gaudichiana*), während in den engeren Gefäßen und Tracheiden auch andere Verdickungsweisen vorkommen. Vielsprossige, steilgestellte, leiterförmige Perforationen wurden bei allen untersuchten *Smilacoideae* gefunden. Ein allseitig geschlossener mechanischer Cylindermantel ist bei *Heterosmilax Gaudichiana* und *Smilax glycyphylla* vorhanden. Dass bei letzterer das mechanische Gewebe nach außen hin von einer typischen Schutzscheide auch oberhalb des Bodens umgeben wird, war bereits erwähnt worden. Auch bei *Heteros milax Gaudichiana* sind die Innenwandungen der äußersten Schicht des mechanischen Gewebes stärker verdickt als die Außenwandungen. Zu einem geschlossenen Hohlcylinder verschmelzen die Bastmassen der äußersten Bündel im Stamm von *Smilax leucophylla, odoratissima* und *herbacea*, dagegen sind sie getrennt bei *Smilax lanceaefolia* und *Rhipogonum scandens*. Ein brauner, wohl gerbstofflicher Inhalt fand sich im Rindengewebe von *S. glycyphylla*; Raphiden wurden mehrfach beobachtet.

Nachträglich sei noch bemerkt, dass (wie man bei kletternden Pflanzen dies öfters findet) ein Zusammendrängen der mechanischen Elemente nach den mittleren Teilen der Stämme zu nicht eben deutlich in die Augen springt; mehr ist dieses schon in den Ranken bemerkbar.

Verwandtschaftliche Beziehungen.

Der Querschnitt durch den Stamm einer *Smilacoidee* hat mit einem solchen einer *Asparagee*, *Enargoidee*, und *Herrerioidee* große Ähnlichkeit. Diesen Unterfamilien ist außerdem noch mit den *Smilacoideae* gemeinsam das Vorkommen vielsprossiger, leiterförmiger Perforationen und das Überwiegen behöftporiger Treppengefäße und -tracheiden. Dass eine Unterscheidung einer *Smilacoidee* uud einer *Enargeoidee* nach der Stammanatomie bisweilen nicht möglich ist, war bereits oben erwähnt.

Haemodoraceae.

Die wenigen (9) Gattungen dieser Familie verteilen sich auf Mittelamerika (*Xiphidium. Schiekia*), Brasilien (*Hagenbachia*), Nordamerika (*Lachnanthes*), Südafrika (*Wachendorfia, Barbaretta, Dilatris, Pauridia*) und Australien (*Haemodorum*).

Untersucht wurden: *Haemodorum spicatum* R. Br., *H. planifolium* R. Br., *H. coccineum* R. Br., *H. paniculatum* Lindl., *Pauridia hypoxidioides* Harv.,

Lachnanthes tinctoria Ell., *Dilatris umbellata* L., *D. corymbosa* Berg, *D. viscosa* L., *Wachendorfia thyrsiflora* L., *W. paniculata* Thbg., *W. hirsuta* Thbg., *W. tenella* Thbg., *Schieka orinocensis* (Kl. et Schbgk.) Meißn., *Xiphidium floribundum* Sw.

Die Epidermis der Haemodoraceen ist mit Ausnahme der Stammepidermis von *Schiekia orinocensis* einschichtig. In der Regel sind ihre Wandungen (auch die Außenwandungen) zartwandig, nur bei den *Dilatris*-Arten kommen derbere Epidermiswandungen vor.

Während Haare auf den Blättern gewöhnlich (Ausnahme: *Haemodorum spicatum*, *Wachendorfia hirsuta*) fehlen, treten sie an den oberen Teilen der Stengel häufiger auf. Bei *Wachendorfia thyrsiflora*, *W. paniculata*, *W. hirsuta*, *W. tenella*, *Schiekia orinocensis*, *Xiphidium floribundum*, *Dilatris umbellata*, *D. corymbosa*, *D. viscosa* besitzen diese Haare eine übereinstimmende und von mir nur in dieser Familie beobachtete Form, welche in Fig. 21 abgebildet ist. Im Gegensatze hierzu stellen die Haare des Blütenstandsstieles von *Haemodorum spicatum* einzellige Ausstülpungen der Epidermiszellen dar, während sie den übrigen untersuchten Arten von *Haemodorum* und *Pauridia* überhaupt fehlen[1]. Eine abweichende Haarform findet sich (vgl. Fig. 19) bei *Lachnanthes tinctoria*. — Die Haare von *Wachendorfia* u. s. w. sind, wenigstens im ausgewachsenen Zustande, stets gefächert und zeigen bei *Xiphidium floribundum* hier und da auch kurze Seitenausstülpungen. —

Alle untersuchten Haemodoraceen besitzen ausnahmslos Spaltöffnungen mit mehr oder minder (*Wachendorfia sp.*, *Xiphidium*) deutlich ausgeprägten Nebenzellen, während solche bei den Liliaceen nur in den wenigen Fällen ausgebildet werden, in denen sie zur Functionstüchtigkeit der Spaltöffnungen unbedingt notwendig sind. — Das Assimilationssystem sowie der Bau der stets von einer Parenchymscheide umgebenen Bündel des Blattes und derjenigen des Stammes bieten keine besonderen Eigentümlichkeiten dar[2].

Mit Ausnahme von *Pauridia* besitzen alle untersuchten Haemodoraceen unter dem Rindenparenchym des Stengels einen mechanischen Cylinder. Nicht selten (z. B. *Haemodorum spicatum*, *H. planifolium*, *H. paniculatum*, *Wachendorfia hirsuta*, *Schiekia*) treten auch außerhalb desselben kleinere Bündel im Rindengewebe auf. — Das Vorkommen von Raphiden ist allgemein verbreitet; längsgestreckte Schläuche mit braunem (gerbstofflichem?) Inhalt (vgl. Fig. 22) wurden bei allen drei untersuchten *Dilatris*-Arten beobachtet. Betreffs der Längsreihen chlorophyllfreier, schlauchförmiger

---

1) Den Beschreibungen nach zu urteilen fehlen sie auch bei *Barbaretta* und *Hagenbachia*.

2) Die Anordnung der Gefäßbündel in den schwertförmigen *Haemodoraceae*blättern ist dieselbe, welche auch in den ebenso gebauten *Melanthioideae*- und *Conostylideae*-blättern auftritt.

Zellen zwischen den Gefäßbündeln und der oberen Blattepidermis von *Pauridia* wolle man Teil I vergleichen.

Verwandtschaftliche Beziehungen.

Von der in pflanzengeographischer Beziehung sehr merkwürdigen Familie der Haemodoraceen sind die beiden kapensischen Gattungen *Wachendorfia* und *Dilatris* mit den mittelamerikanischen Gattungen *Xiphidium* und *Schieckia* durch die Form der Haare des oberen Teils der Stengel mit einander näher verbunden. Die nordamerikanische *Lachnanthes tinctoria* weicht von den genannten Gattungen durch die Form ihrer Haare ab, und *Pauridia* zeigt eine so große anatomische Ähnlichkeit mit einigen, wie *Pauridia* am Kap vorkommenden, kleinen Arten von *Hypoxis* (z. B. *H. glabella* und *H. minuta*), dass man sie von letzteren anatomisch nicht unterscheiden kann. Der Besitz von Nebenzellen der Spaltöffnungen, der die *Haemodoraceae* von den *Liliaceae* und dem größeren Teile der *Amaryllidaceae* trennt, verbindet sie mit den *Hypoxideae* und den *Conostylideae*.

Es erscheint Scharf (l. c. p. 325) nicht unmöglich, die *Conanthereae* und *Conostylideae* den *Haemodoraceae* einzuverleiben. Auch mir scheinen die Beziehungen zwischen den *Conostylideae* und *Haemodoraceae* ziemlich enge zu sein, dagegen stehen wohl die *Conanthereae* den letzteren nicht sehr nahe. Anatomisch unterscheiden sie sich z. B. durch das Fehlen der Nebenzellen der Spaltöffnungen von den *Haemodoraceae*. Aus demselben Grunde möchte ich auch *Aletris* nicht zu den nächsten Verwandten der *Haemodoraceae* rechnen. Weiterhin stehen nach Scharf die *Haemodoraceae* durch die im Stengel zerstreut stehenden Bündel sowie durch ihre zum Teil reitenden Blätter den *Iridaceae* sehr nahe. Beide Merkmale, die ja auch anderwärts (z. B. bei Melanthioideen) häufig vorkommen, scheinen mir durchaus nicht ausreichend, um verwandtschaftliche Beziehungen darauf zu begründen.

Amaryllidaceae.

Nach den Untersuchungen von Pax (Natürliche Pflanzenfamilien, II, 5) ist die Ausbildung des mechanischen Systems in den Stengeln der Amaryllidaceen innerhalb kleinerer Gruppen constant, ob indessen die Untersuchung einer größeren Anzahl von Arten nicht auch hier und da, wie in einzelnen Gattungen der Liliaceen, Ausnahmefälle constatieren würde, bleibt einstweilen noch dahingestellt, und würde im übrigen der systematischen Verwendbarkeit des mechanischen Systems keinen großen Abbruch thun.

Von den Amaryllidaceen habe ich eingehender nur die *Hypoxidoideae* untersucht, doch habe ich aus der Untersuchung einer Anzahl Arten aus der Unterfamilie der *Amaryllidoideae* die Ansicht gewonnen, dass in anatomischer Beziehung die *Amaryllidoideae* den *Lilioideae* und *Allioideae* nahe

stehen. Vielleicht ergeben spätere[1]) anatomische Untersuchungen im Verein mit morphologischen, dass in der That nähere Beziehungen zwischen diesen drei Gruppen bestehen.

Hypoxidoideae.

1. Alstroemerieae.

Die untersuchten *Alstroemerieae* entstammen sämtlich den wärmeren Teilen Amerikas.

Die Wandungen der Epidermiszellen (auch die Außenwandungen) waren in keinem der untersuchten Fälle (*Alstroemeria haemanthus* R. et P., *A. aurea* Mey., *A. Isabellana* Herb., *A. aurantiaca* Sweet., *Bomarea Bredemeyeriana* Kerb., *B. linifolia* Bak., *B. glaucescens* (H. B. K.) Bak., *B. Moritziana* Kl., *Leontochir Ovallei* Phil.) erheblich verdickt. Die Radialwände der meist mäßig längsgestreckten Epidermiszellen sind häufig, besonders auf der physiologischen Unterseite, welche in dieser Gruppe der morphologischen Blatt**ober**seite entspricht, gewellt. — Ein- bis vierzellige unverzweigte Haare wurden auf der physiologischen Unterseite der Blätter von *Bomarea glaucescens* und *B. Moritziana* beobachtet. Dieselben Haare fand Scharf bei der von mir nicht untersuchten *Bomarea hirtella* Hook. — Spaltöffnungen finden sich nur auf der physiologischen Unterseite. Die eingesenkte Lage der Spaltöffnungen der Blätter von *Bomarea linifolia* kommt durch kuppelförmige Hervorwölbungen der Epidermiszellen zustande. Nebenzellen **fehlen** durchgehends. Nach Pax ist in den Stengeln der *Alstroemerieae* ein mechanischer Ring ausgebildet. Die Wurzeln der *Alstroemerieae* unterscheiden sich nach Scharf (l. c. p. 151) durch die Mehrschichtigkeit des Pericambiums von denen der *Hypoxideae*, auch sonst bilden nach demselben Autor die *Alstroemerieae* eine durch mehrfache anatomische Merkmale von den übrigen wohl abgegrenzte Gruppe.

2. Hypoxideae.

Von den beiden hierher gehörigen Gattungen *Curculigo* und *Hypoxis* wurden untersucht: *Curculigo recurvata* Dryander, *C. ensifolia* R. Br., *Hypoxis microsperma* Lehm., *H. Baurii* Baker, *H. stellipilis* Ker., *H. decumbens* L., *H. stellata* L., *H. minuta* Thbg., *H. glabella* R. Br., *H. sericea* Baker, *H. villosa* L. *β, sobolifera* Jacqu. —

Die Wandungen der Epidermis sind stets dünn. Die Epidermiszellen sind in der Regel auf dem Blatte nicht oder nur ganz wenig längsgestreckt, stärker bisweilen am Stengel. Die einjährigen Arten von *Hypoxis* besitzen nach Baker im Gegensatze zu den mehrjährigen Arten und zu den Arten von *Curculigo* keine Haare. Im ganzen und großen halten die (bei *Curculigo recurvata*, *Hypoxis microsperma*, *H. Baurii*, *H. stellipilis*, *H. sericea*, *H. sobolifera*) beobachteten Haare in ihrer Form die Mitte zwischen den Büschel-

1) Einige *Agavoideae* sind inzwischen von Scharf untersucht worden, worüber man dessen schon öfter citierte Arbeit vergleichen wolle.

haaren von *Eriospermum paradoxum* und den Haaren von *Anigosanthus* und *Lanaria*. In mehr oder minder deutlicher Ausbildung kommen bei allen untersuchten Hypoxideen Nebenzellen der Spaltöffnungen vor. — Das Leptom der Gefäßbündel zeigte keine Abweichungen vom normalen Bau. Den zarteren Arten von *Hypoxis* (*H. minuta* u. a.) fehlt im Stamm ein »mechanischer Ring«. Bei den anderen Hypoxideen unterscheiden sich doch meist die zwischen den äußersten Bündeln des Stammes gelegenen Zellen durch die gelbliche Farbe ihrer (allerdings nicht besonders stark verdickten) Wandungen von den Zellen des Grundparenchyms, wofern nicht (wie z. B. bei *Hypoxis microsperma*) eine kräftigere Ausbildung des mechanischen Ringes stattfindet. —

In den Zellen der Epidermis von *Curculigo recurvata* finden sich ungefärbte kurz stäbchenförmige Kryställchen, die sich in Salzsäure ohne Aufbrausen lösen. — *Hypoxis microsperma* enthält in den Epidermiszellen einen rotvioletten Saft. —

Durch die Ähnlichkeit der Blätter von *Curculigo* mit den gefalteten Blättern einiger *Cyclanthaceae* fühlte sich Scharf veranlasst, auch *Carludovica palmata* R. et P. und *Sarcinanthus utilis* Oerst. zu untersuchen. Wie man bei zwei so grundverschiedenen Familien wie *Cyclanthaceae* und *Amaryllidaceae* überhaupt an irgend welche verwandtschaftliche Beziehungen denken kann, ist mir vollkommen unerklärlich; dennoch scheint Scharf an die Möglichkeit gedacht zu haben, dergleichen Beziehungen auf anatomischem Wege aufzudecken — anderenfalls wäre es nicht verständlich, weshalb er (l. c. p. 326) den Vergleich zwischen den *Cyclanthaceae* und *Hypoxideae* so eingehend ausführt.

Nach Scharf besteht »ein wesentlicher Unterschied in der Trennung des Mesophylls in Palissaden- und Schwammparenchym bei den *Cyclanthaceae*«, ein Unterschied, der überhaupt am besten systematisch gar nicht verwertet wird, da bei der Ausbildung des Assimilationssystems nur zu sehr die Standortsverhältnisse mitsprechen.

3. Conanthereae.

Die Außenwandungen der Epidermiszellen sind nur wenig dicker als die übrigen Wandungen. In der Regel sind die Epidermiszellen auf beiden Seiten des Blattes ungleich stark längsgestreckt. Die Spaltöffnungen kommen auf beiden Blattseiten vor und besitzen bei allen untersuchten *Conanthereae* (*Conanthera bifolia* R. et P., *Con.* (*Cumingia*) *trimaculata* Don., *Cyanella lutea* L. f., *C. capensis* L., *Zephyra elegans* Don., *Tecophilaea violaeflora* Bertr., *T. cyanocrocus* Leyb.) keine Nebenzellen. Haare kommen, abgesehen von den kurzen Ausstülpungen am Blattrande von *Cyanella capensis*, nicht vor. Das mechanische System des Stengels besteht nach Pax in einem Hohlcylinder, der allseitig geschlossen ist. Beobachtet habe ich einen solchen bei *Conanthera bifolia*, *Cyanella capensis*, *Zephyra elegans*. — Durch Parallelverwachsung mehrerer nadelförmiger Individuen entstandene Calciumoxalatkrystalle kommen bei *Conanthera bifolia* vor. —

4. Conostylideae.

Da diese mit Ausnahme von *Lanaria* und *Lophiola* westaustralische Gruppe bereits von Schmidt eingehend untersucht worden ist, so kann ich mich im wesentlichen auf einige Ergänzungen der Angaben desselben beschränken.

Nebenzellen sind nicht nur in den Fällen vorhanden (*Conostylis caricina* Lindl., *C. filifolia* F. v. M., *C. Melanopogon* Endl., *Blancoa canescens* Lindl. u. a.), in denen die neben den Schließzellen der Spaltöffnungen liegenden Epidermiszellen von den übrigen abweichend gebaut sein müssen, um ein Spiel des Spaltöffnungsapparates zu ermöglichen, sondern zuweilen auch dann, wenn eine verschiedenartige Ausbildung der Nebenzellen aus diesem Grunde nicht so nötig erscheint (*Anigosanthus rufa* Labill., *A. Manglesii* Don., *A. flavida* Réd., *A. Preissii* Endl., *A. viridis* Endl. u. a.). Bei *Lanaria plumosa* Mund et Maire und *Lophiola aurea* Ker. sind die Nebenzellen der Spaltöffnungen nur sehr wenig oder gar nicht von den übrigen dünnwandigen Zellen der Epidermis verschieden. — Bei einem großen Teile der *Conostylideae* zeigen die Haare vom oberen Teile des Stengels eine übereinstimmende Ausbildung: (Vgl. Fig. 20[1])) *Lanaria plumosa* Mund et Maire, *Anigosanthus rufa* Labill., *A. Preissii* Endl., *A. fuliginosus* Hook., *A. Manglesii* Don., *A. flavida* Réd., *Conostylis candicans* Endl., *C. caricina* Lindl., *C. dealbata* Lindl., *C. setosa* Lindl., *C. filifolia* F. v. M., *C. aurea* Lindl., *C. Melanopogon* Endl. Ähnlich sind auch die Haare des Blattes von *Blancoa canescens* gebaut. Büschelhaare kommen am Blattrande von *Anigosanthus rufa* vor; die Haare von *Lophiola aurea* Ker. nehmen ihren Ursprung aus einer Epidermiszelle und besitzen hier und da kurze Seitenausstülpungen, sind aber meist unverzweigt, ungefächert und von beträchtlicher Länge. Ein Stück einer Borste, wie sie am Blattrande von *Conostylis aurea*, *setigera*, *Melanopogon*, *pusilla*, *juncea* vorkommen, ist in Fig. 16 abgebildet.

Betreffs der Anordnung der Gefäßbündel bemerkt Schmidt (l. c. p. 25): Die Blätter der Arten von *Conostylis*, *Blancoa*, *Anigosanthus*, *Haemodorum* und *Phlebocarya* »weisen insofern eine Ähnlichkeit mit den ebenfalls mit reitenden Blättern versehenen *Iridaceae* auf, als sich auch hier die Gefäßbündel in zwei Reihen an der Ober- und Unterseite des Blattes finden.« Wie schon im ersten Teile erwähnt, gilt die zweireihige Anordnung der Gefäßbündel nur für die mittleren und oberen Teile der Blattspreite, bei denen man weniger zutreffend von einer »Ober-« und »Unterseite« als von einer »rechten« und »linken« Seite reden kann; in den untersten Teilen der Blätter ist dagegen die Anordnung der Bündel genau dieselbe wie in jedem anderen Blatte.

Zumeist (z. B. bei *Tribonanthes longipetala*, *Anigosanthus Preissii*, *A.*

1) In der Figur ist an der untersten linken Auszweigung der Schatten unrichtig angelegt worden.

viridis, *A. Manglesii*, *Conostylis candicans*, *C. dealbata*, *C. filifolia*, *C. setosa*, *C. juncea*) ist das Leptom der Bündel durchweg dünnwandig; etwas dickwandigere Leptomzellen finden sich bei *Blancoa canescens*; bei *Lanaria*, *Lophiola* und *Phlebocarya ciliata* R. Br. traten ähnliche Abweichungen vom normalen Bau der Bündel ein, wie wir sie bei den australischen Asphodeloideen u. s. w. fanden. Die Angabe Schmidts (l. c. p. 26), dass bei *Lanaria plumosa* das »Phloëm durch eine von dem nur schwachen Bastbelege ausgehende Brücke in zwei Teile geschieden wird«, kann ich nicht ganz bestätigen, da außer einer kräftigeren Medianbrücke auf Querschnitten auch noch ein Netzmaschenwerk dickwandiger Zellen auftritt, welches das Leptom durchzieht. Das Leptom der Bündel des Blattes von *Lophiola* zeigt in der Regel eine Dreiteilung in zwei kleinere seitliche und eine etwas größere mittlere Gruppe; bisweilen tritt jedoch in der letzteren durch dickwandige Zellen eine weitere Zerklüftung ein. Dickwandige Zellen treten auch in den Bündeln des Stengels von *Lophiola* auf; ein ziemlich tief geführter Schnitt zeigte alle Übergänge vom collateralen zum perihadromatischen Bau. Einige weitere Abweichungen der Bündel der *Conostylis*-Arten finden sich in der Arbeit von Schmidt beschrieben.

In den unteren Stammteilen von *Lophiola* ist ein mechanischer Ring nicht ausgebildet, wennschon die zwischen den äußersten Bündeln liegenden Zellen des Grundgewebes ganz schwach verdickte Wandungen besitzen. Im Stengel von *Conostylis filifolia* ist ebenfalls kein geschlossener mechanischer Ringmantel ausgebildet, jedoch verschmelzen hier und da die Bastmassen zweier oder mehrerer der peripherischen Bündel. Im Gegensatze hierzu besitzen z. B. einen mechanischen Ringmantel: *Tribonanthes longipetala*, *Blancoa canescens*, *Anigosanthus rufa*, *A. Preissii*, *A. viridis*, *A. Manglesii*, *Conostylis candicans*.

Ein brauner, anscheinend gerbstofflicher Inhalt findet sich bei *Lanaria*, *Blancoa* und vielen Arten von *Anigosanthus* und *Conostylis*. Raphiden kommen bei verschiedenen *Conostylideae* vor; in Reihen hinter einander liegende Einzelkrystalle (mit vorherrschender Pyramide) wurden in den den Bastzellen benachbarten Zellen im Blatte von *Lanaria plumosa* beobachtet.

Verwandtschaftliche Beziehungen.

Die *Hypoxideae* schließen sich durch das Vorhandensein von Nebenzellen an die *Haemodoraceae*, insbesondere an *Pauridia* an. Bei den *Conostylideae* werden Nebenzellen in verschiedener Ausbildung angetroffen; ein Teil der hierher gehörigen Gattungen besitzt an den oberen Stengelteilen Haare von ähnlichem Bau, welch' letzterer von der bei den *Haemodoraceae* üblichen Haarform beträchtlich abweicht. *Lanaria*, *Tribonanthes*, *Phlebocarya*, *Lophiola* weichen durch den Bau des Leptoms von den übrigen *Conostylideae* ab, jedoch besitzen die beiden ersteren ähnliche Stammhaare wie *Anigosanthus* und *Conostylis*. Nach Schmidt (l. c. p. 34) ist die

Parenchymscheide der Bündel der »*Haemodoraceae*[1])«-Blätter immer geschlossen, wogegen derselbe Autor (l. c. p. 29 und 30) selbst einige Ausnahmen (denen ich noch *Conostylis filifolia* und *juncea* anschließen will) von dieser Regel angiebt. Es hat nach dem Obigen jedenfalls den Anschein, als ob zwischen den *Hypoxidoideae* (besonders den *Hypoxideae* und *Conostylideae*) und den *Haemodoraceae* etwas engere Beziehungen beständen als zwischen den *Hypoxidoideae* und den *Haemodoraceae* einerseits und den *Liliaceae* andererseits.

Velloziaceae.

Kurz vor der Drucklegung dieser Arbeit ist von berufenerer Seite, von E. Warming, eine eingehende Schilderung der anatomischen Verhältnisse der *Velloziaceae* veröffentlicht worden. Da sich meine eigenen Untersuchungen nur auf ganz wenige (5) Arten erstreckten, während Warming deren ca. 30 untersuchte, so kann ich mich damit begnügen, auf diese äußerst interessante Arbeit zu verweisen, deren Wert noch erheblich durch die in großer Zahl beigegebenen Abbildungen gesteigert wird.

Mit wenigen Worten möchte ich nur noch auf die den *Velloziaceae* eigentümlichen Abweichungen im Bau der Gefäßbündel des Blattes eingehen: Bei allen untersuchten *Velloziaceae* tritt in den Bündeln des Blattes eine Zweiteilung des Leptoms ein. Die Gruppe der Gefäße und Tracheiden wird nach der Unterseite des Blattes zu von dickwandigeren Zellen halbkreisförmig umgeben. Von diesen Zellen aus geht eine mediane Brücke von Zellen nach dem Bastbelege der Blattunterseite hinüber, welche entweder (z. B. *Barbacenia purpurea* Hook. f., *Vellozia compacta* Mart.) nur mäßig verdickte Wandungen besitzen, oder aber (*V. pinifolia* Lam., Fig. 15; *V. brevifolia*, Fig. 17) mehr oder minder den Bastzellen gleichen. In allen Fällen sind an der der Blattoberseite zugekehrten Grenze der Leptomhälften kleine Gruppen von Tracheiden kenntlich, welche sich durch ihre stark verdickten und mehr oder weniger verholzten, mit behöften Poren versehenen gelblichen Wandungen, sowie durch ihre Kleinheit auszeichnen. (Vgl. Fig. 15 und 17).

Nach Warming unterscheidet sich die Gattung *Barbacenia* durchweg von einem Teile der Arten von *Vellozia* durch das Fehlen der Furchen auf der Blattunterseite. Die Arten der letztgenannten Gattung bringt Warming je nach dem Fehlen oder Vorhandensein der Furchen, nach der Ausbildung des Wasserspeichersystems und nach der Art und Weise, in welcher die Gefäßbündelscheiden mit der Epidermis in Verbindung treten in verschiedene Gruppen; bezüglich der Einzelheiten sowie der weiteren Unterschiede zwischen *Barbacenia* und *Vellozia* muss ich jedoch auf die Original-

1) Zu denen er außer *Haemodorum* und einigen anderen auch *Conostylis, Anigosanthus* u. s. w. rechnet.

arbeit, besonders auf die am Schlusse derselben befindliche Zusammenfassung verweisen.

Vellozia tubiflora HBK (*Radia tubiflora* A. Rich.) wird von Bentham-Hooker in den Gen. Plant. wegen der äusserst langen Perianthröhre zu *Barbacenia* gezogen. Den genannten Autoren scheint mit dieser Art die *Barbacenia Alexandrinae* R. Schomb. aus Guyana identisch zu sein.

Von *Vellozia tubiflora* liegt im Berliner Herbar ein Exemplar mit der Bezeichnung (in Kunth's Handschrift): *Radia tubiflora* HBK? leg. Humboldt 5024. Orinoco. Die Pflanze stimmt, soweit man dies an dem äußerst mangelhaften Exemplar noch erkennen kann mit der Diagnose in H.B.K.,Nov. Gen. et Spec. VII. 155 überein. *Barbacenia Alexandrinae* R. Schomb. hat mir in Originalexemplaren vorgelegen. — Macroscopisch unterscheiden sich beide Arten etwas durch die Blattform und die Behaarung der Blätter, dagegen ist es mir nicht gelungen, anatomische Unterschiede zwischen ihnen festzustellen. Die Identität beider Arten erscheint hiernach doch noch zweifelhaft; da aber beide Arten tiefe Rillen an der Unterseite der Blätter besitzen, so dürften sie wohl ihren Platz besser bei *Vellozia* als bei *Barbacenia* finden.

Schlussbemerkung.

Bei dem Umfange der vorliegenden Arbeit erscheint es zweckmäßig, noch einmal die wichtigsten Ergebnisse kurz zu wiederholen und zugleich einige bemerkenswertere anatomische Einzelheiten anzuführen, die meines Wissens, zum Teil wenigstens für die betreffenden Pflanzen noch nicht beschrieben worden sind, oder die anderweitig von Interesse sind.

A. Liliaceae.

Eine Characterisierung und Unterscheidung der einzelnen Unterfamilien auf anatomischer Grundlage ist nicht durchgehends möglich, immerhin aber sprechen sich doch hier und da auch in den anatomischen Verhältnissen einige verwandtschaftliche Beziehungen aus. Betreffs der Unterfamilien ist folgendes zu bemerken:

I. Melanthioideae.

Anatomisch keinen rechten Anschluss an eine der anderen Unterfamilien zeigend. Die *Tofieldieae* zeichnen sich sämtlich durch das Auftreten dickwandiger Elemente im Leptom aus. Dasselbe ist auch bei *Xerophyllum* und *Metanarthecium* der Fall. Die *Colchiceae* zeigen anatomisch eine große Ähnlichkeit mit den *Lilioideae*, an eine nähere Verwandtschaft dieser beiden Gruppen ist jedoch nicht zu denken.

Das Assimilationssystem der Arten von *Xerophyllum* zeigt überaus deutlich die sog. »Gürtelkanäle«, wie ich sie gleich schön nirgends beobachtet habe.

II. Herrerioideae.

Im Hadrom herrscht die behöftporig-treppenförmige Verdickung der Gefäße und Tracheiden weitaus vor. Erstere besitzen steilgestellte, vielsprossige leiterförmige Perforationen. Gefäße und Siebröhren von beträchtlicher Weite. Die innersten Schichten des Rindenparenchyms häufig getüpfelt; Grundgewebe derb gebaut. Anatomisch sehr an die *Asparageae, Smilacoideae* und *Enargeoideae* erinnernd.

III. Asphodeloideae.

Anatomisch nicht einheitlich zu characterisieren. Den australischen Gruppen der *Johnsonieae, Dasypogoneae, Lomandreae, Calectasieae* ist das Auftreten dickwandiger Elemente im Leptom gemeinsam. Ihnen schließt sich in dieser Beziehung *Aphyllanthes* an. In mehreren Fällen zeigen in diesen Gruppen die Gefäßbündel des Blattes die Neigung, zu einem Strange zusammenzutreten.

Der Blütenstandsstiel einiger Arten von *Tricoryne* wird assimilatorischen Zwecken dienstbar gemacht, und zeigt deshalb einen etwas anderen anatomischen Bau wie die Stengel der übrigen Liliaceen. Der Querschnitt hat die Form eines an zwei gegenüberliegenden Ecken spitz ausgezogenen Rhombus. Den 4 Ecken entsprechen subepidermale Bastrippen, während an den Seiten das Assimilationsgewebe an die Epidermis herantritt.

Stypandra caespitosa R. Br. und *Dianella coerulea* Sims. zeigen die Eigentümlichkeit, dass die Schutzscheide der Wurzel durch außerhalb derselben gelegene Sklerenchymzellen verstärkt wird, welche den Sklerenchymzellen im Fruchtfleische der *Pomoideae* äußerst ähnlich sind.

Bei den *Kniphofinae* sind Calciumoxalatkrystalle[1]) häufig, welche durch Parallelverwachsung zahlreicher dünnprismatischer Subindividuen entstanden sind. — Anatomisch recht interessant ist die Gruppe der *Johnsonieae*. Nicht nur, dass das mechanische System des Stengels von den übrigen Liliaceen bisweilen abweicht (*Borya* hat subepidermale Bastrippen; *Johnsonia lupulina* R. Br. »zusammengesetzte peripherische Träger«), sondern auch sonst bieten sie zahlreiche anatomische Einzelheiten dar, die z. T. sich als Anpassungserscheinungen an die Trockenheit des Klimas und Standortes zu erkennen geben.

Bei *Alania Endlicheri* Kth. sind die Spaltöffnungen auf zwei schmale Streifen des Blattes beschränkt (vgl. Tafel I); die unter diesen Streifen liegende Hohlrinne ist durch rippenartig neben einander stehende, dickwandige Zellen dicht ausgekleidet. Hierdurch wird einmal die ganze Rinne ausgesteift, und zweitens wird die Transpiration beträchtlich herabgesetzt, da die Luft nur durch die kleinen Intercellularen zwischen den dickwandigen Zellen zum Assimilationsgewebe gelangen kann. Bei *Alania* hat also

1) Dieselben Krystalle kommen auch vielen *Dracaenoideae* zu.

nicht jede einzelne Spaltöffnung ihre besondere Atemhöhle, sondern die letztere ist einer größeren Anzahl Spaltöffnungen gemeinsam. Eine Auskleidung der Atemhöhle mit dickwandigen Zellen findet sich ferner bei *Baxteria australis* Hook., doch besitzt hier jede Spaltöffnung ihre besondere Atemhöhle. — Die beiden genannten Gattungen zeigen ferner die Eigentümlichkeit, dass das Assimilationsgewebe in einschichtigen Platten angeordnet ist, welche durch größere Lufträume von einander getrennt sind.

Die Zellen des Assimilationsgewebes von *Arnocrinum Drummondii* Endl., sowie von *Alania* sind mit netzförmig verlaufenden, zarten Verdickungsleisten ausgestattet.

IV. Allioideae.

Anatomisch keine Eigentümlichkeiten darbietend, ähnlich den *Lilioideae* gebaut. Eine Unterscheidung der Gruppen ist nicht möglich.

V. Lilioideae.

Sehr einförmig gebaut. Im Blatte fehlen mit ganz seltenen Ausnahmen mechanische Elemente. Im Hadrom tritt die spiralige Verdickungsform fast oder ganz ausschließlich auf.

VI. Dracaenoideae.

In den Tracheiden überwiegt die treppenförmige Verdickungsform in der Regel. Die Gefäßbündel des Blattes liegen meist in mehr als einer Reihe und kehren sämtlich mehr oder weniger regelmäßig ihr Hadrom der Oberseite zu.

Die *Dracaenoideae* zeigen Ähnlichkeit mit den *Asparagoideae* und stehen vielleicht auch zu *Sanseviera* in Beziehung.

Das Rindenparenchym der Wurzel von *Astelia pumila* Spr. ist äußerst locker und von großen Lufträumen durchzogen. Die genannte Gattung zeichnet sich außerdem durch den Besitz von Schuppenhaaren (sonst nirgends bei den *Liliaceae* beobachtet) aus.

VII. Asparagoideae.

Weder das mechanische System des Stengels noch der alle Übergänge vom normalen zum ophiopogonähnlichen Bau zeigende Bau des Leptoms sind systematisch verwendbar. Bei den *Asparageae* finden sich dieselben Merkmale wie sie oben für die *Herrerioideae* angegeben wurden. — Die *Asparagoideae* dürften durch die *Convallarieae* an *Ophiopogon* und Verwandte anschliessen. *Drymophila* zeigt die größte Ähnlichkeit mit den *Enargeoideae*.

Die dickwandigen Epidermiszellen von *Asparagus laevissimus* Steud. und *A. acutifolius* L. besitzen auf allen Wandungen lange, schräg verlaufende, schlitzförmige Poren. *Asp. Sprengeri* Regel zeigt Fächerung der Epidermiszellen.

An den Bastzellen von *Semele*, *Danaë* und *Ruscus aculeatus* ist eine weniger stark verholzte Innenlamelle erkennbar, von welcher auch die Fächerung ausgeht.

VIII. Ophiopogonoideae.

Wahrscheinlich zu trennen und teilweise (*Sanseviera*) an die *Dracaenoideae*, teilweise (*Ophiopogon*, *Liriope*, *Peliosanthes*) an die *Convallarieae* anzuschließen.

Fächerung der Epidermiszellen findet sich bei *Sanseviera cylindrica* Bojer, *Ophiopogon japonicus* (L. f.) Ker., *Liriope graminifolia* (L.) Bak. — Quergegliederte Krystalle und Raphiden wurden bei *Peliosanthes macrophylla* Wall. beobachtet.

IX. Aletroideae.

Keine verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Unterfamilien zeigend. Leptom wie bei VIII.

X. Enargeoideae.

Anatomisch Ähnlichkeit mit den *Asparagoideae*, *Herrerioideae*, *Smilacoideae* zeigend und von letzteren bisweilen anatomisch nicht unterscheidbar. — *Lapageria rosea* R. et P. zeigt in allen Zellen des Mesophylls Verdickungsbänder.

XI. Smilacoideae.

Die *Smilacoideae* zeigen, wie schon oben bemerkt wurde, große Ähnlichkeit mit den *Enargeoideae*, den *Asparageae* und den *Herrerioideae*.

B. Haemodoraceae.

Von den *Liliaceae* durch den Besitz von Nebenzellen unterschieden; außerdem zum großen Teil durch die Form der Haare characterisiert. Leptom normal gebaut. Durch *Pauridia* mit den *Hypoxidoideae* verknüpft.

C. Amaryllidaceae.

I. Amaryllidoideae.

Den *Lilioideae* sehr ähnlich gebaut und vielleicht mit diesen näher verwandt.

Die oberirdischen Wurzelteile von *Clivia miniata* (Hook.) Bth. sind mit einer ähnlichen Hülle versehen wie viele Luftwurzeln der *Orchidaceae*.

II. Agavoideae.

Nicht untersucht.

III. Hypoxidoideae.

Leptom meist normal.

1. Alstroemerieae.

Nebenzellen fehlen.

2. Conanthereae.

Nebenzellen fehlen.

3. Hypoxideae.

Nebenzellen vorhanden.

4. Conostylideae.

Nebenzellen oft vorhanden. Haarform für einen großen Theil der *Conostylideae* characteristisch und hierdurch von den *Haemodoraceae* unterschieden. Dickwandige Leptomelemente bei mehreren Gattungen auftretend.

Von den *Hypoxidoideae* schließen sich die *Hypoxideae* an die *Haemodoraceae*, besonders *Pauridia* an, und zwar scheinen diese verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen *Hypoxideae* und *Haemodoraceae* enger zu sein als die Beziehungen zwischen den *Hypoxideae* und *Amaryllidoideae* einerseits und andererseits auch enger als die Beziehungen der *Haemodoraceae* zu den *Liliaceae*.

D. Velloziaceae.

Die *Velloziaceae* unterscheiden sich von den übrigen untersuchten Familien ausnahmslos durch den für sie characteristischen Bau der Gefäßbündel des Blattes. Zwischen den beiden hierher gehörigen Gattungen *Vellozia* und *Barbacenia* giebt es nach den eingehenden Untersuchungen Warming's mehrfache anatomische Unterschiede. Da der genannte Autor an der Unterseite der Blätter der Arten von *Barbacenia* niemals Furchen beobachtet hat, so scheint es, dass *Vellozia tubiflora* HBK. (die von Bentham-Hooker zu *Barbacenia* gezogen wird) und die mit ihr vielleicht identische *Barbacenia Alexandrinae* R. Schomb., welche beide unterseits stark gefurchte Blätter besitzen, zu *Vellozia* zu stellen sind. Die Nebenzellen der Spaltöffnungsschließzellen unterscheiden sich von den übrigen Epidermiszellen nur wenig oder gar nicht.

Litteraturverzeichnis.

Andersson, Sigrid: Om de primära kärlsträngarnes utveckling hos monocotyledonerna. Stockholm. (Meddel. af St. högskola 68.)

De Bary: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane 1877.

Beinling, Th. R.: De Smilacearum structura. (Diss.) Breslau 1850.

Bessey: The Asparagus for histological study. (Botanical Gazette vol. VI.)

Dickson, A.: On the occurrence of foliage leaves in Ruscus androgynus L. with structural and morphological observations. (Transactions and Proceed. of the Botan. Society. Edinborough. XVI. 1885.)

Duval-Jouve, J.: Étude histotaxique de ce qu'on appelle »Les Cladodes des Ruscus«.

Engler-Prantl: Natürliche Pflanzenfamilien. II. 5.

Falkenberg: Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen 1876.

GUILLAUD, A.: Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus de la tige dans les monocotylédones. (Annales des sc. nat. VIième. série, tome V. Botanique. Paris 1878.)

HABERLANDT, G.: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1884.

HOLM, TH.: Notes upon Uvularia, Oakesia, Diclytra and Krigia. (Bulletin of the Torrey Botanical Club. vol. XVIII. No. 1. 1891.)

KNY, L.: Über einige Abweichungen im Bau der Leitbündel der Monocotyledonen. (Verhdl. d. Bot. Vereins f. d. Prov. Brandenburg 1881.)

MACGRET: Le tissu sécréteur des Aloës. (Journal de botanique 1888.)

PROLLIUS: Über Bau und Inhalt der Aloineen-Blätter, Stämme und Wurzeln. Archiv für Pharmacie. XXII. [1884]).

RUSSOW, E.: Vergleichende Untersuchungen. Petersburg 1873.

——, Betrachtungen. Dorpat 1875.

SCHARF, W.: Beiträge zur Anatomie der Hypoxideen und einiger verwandter Pflanzen im Botan. Centralblatt 1892 (No. 44—49).

SCHMIDT, C.: Über den Blattbau einiger xerophilen Liliifloren. (Diss. 1891.) Separatabdruck aus dem »Botan. Centralblatt«.

SCHOLZ, E.: Wissenschaftl. Beilage zum 23. Jahresbericht des niederösterreichischen Landes-Realgymnasiums in Stockerau 1887/88. (Betrifft die Anatomie verschiedener Asparagoideen.)

SCHWENDENER, S.: Mechanisches System 1874.

——, Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. Berlin 1882.

TRÉCUL: Du suc propre dans les feuilles des Aloës. (Ann. des sc. nat. 1870/71.)

TSCHIRCH: Der anatom. Bau des Blattes von Kingia. (Verhdlg. des bot. Vereins f. d. Prov. Brandenburg 1881.)

——, Über einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. (Linnaea, Neue Folge. IX. 1880—82.)

WARMING, E.: Note sur la biologie et l'anatomie de la feuille des Vellosiacées, in Bull. de l'Acad. royale de Danemark. — Kjøbenhavn 1893.

Einige weitere Schriften sind an den betreffenden Stellen des zweiten Teils der vorliegenden Arbeit angegeben.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Fig. 1. *Borya nitida* Labill. Wurzelquerschnitt (125 ×).

Fig. 2. *Alania Endlicheri* Kth. Blattquerschnitt (150 ×).

Fig. 3. *Alania Endlicheri* Kth. Querschnitt; die dickwandigen Schutzzellen füllen hier die Rille ganz aus (640 ×).

Fig. 4. *Alania Endlicheri* Kth. Querschnitt durch die Atemhöhle (640 ×).

Fig. 5. *Alania Endlicheri* Kth. Schutzzellen im Längsschnitt; durchschnitten (640 ×).

Fig. 6. *Alania Endlicheri* Kth. Flächenansicht der die Atemhöhle auskleidenden Schutzzellen auf Längsschnitten (640 ×).

Fig. 7 u. 8. *Baxteria australis* Hook. Querschnitte durch den oberen und den unteren Teil des Blattes, die Verschiedenheit der Spaltöffnungen und die mit Schutzzellen ausgekleidete Atemhöhle zeigend (Fig. 7: 100 ×, Fig. 8: 150 ×).

Fig. 9. *Baxteria australis* Hook. Flächenschnitt durch die Atemhöhle, etwas tiefer geführt wie in der folgenden Figur, den nicht überall mit Schutzzellen ausgekleideten Grund der Atemhöhle und die Intercellularen des Assimilationsgewebes zeigend (100 ×).

Fig. 10. Derselbe Schnitt, die subepidermale Zellschicht treffend; die Epidermiszellen selbst durch die zarteren Linien angedeutet (100 ×).

Tafel VIII.

Fig. 11. *Laxmannia gracilis* R. Br. Querschnitt durch den Gefäßbündelcomplex des Blattes; die Stärke des Tones entspricht der Stärke der Verholzung (40 ><).

Fig. 12. *Stawellia dimorphantha* F. v. M. Teil des Stengelquerschnitts (575 ><).

Fig. 13 u. 14. *Asparagus acutifolius* L. Epidermis in der Flächenansicht und im Durchschnitt (225 ><).

Fig. 15. *Vellozia pinifolia* Lam. Querschnitt durch ein Bündel des Blattes (225 ><).

Fig. 16. *Conostylis setosa* Lindl. Zotte vom Blattrande (40 ><).

Fig. 17. *Vellozia brevifolia* Seub. Querschnitt durch ein Gefäßbündel des Blattes (225 ><).

Fig. 18. *Nietneria corymbosa* Kl. Querschnitt durch ein Gefäßbündel des Blattes (225 ><).

Fig. 19. *Lachnanthes tinctoria* Ell. Haar vom St. (200 ><).

Fig. 20. *Lanaria plumosa* Mund et Maire. Haar vom oberen Teile des Stengels (230 ><).

Fig. 21. *Schiekia orinocensis* (Kl. et Schomb.) Meißn. Stengelhaar (200 ><).

Fig. 22. *Dilatris umbellata* L. Zelle mit dunkelbraunem (gerbstofflichem?) Inhalte aus dem Blatte. Flächenschnitt (80 ><).

Anm. Die Originalzeichnungen waren z. T. farbig ausgeführt, was bei der Wiedergabe derselben zu einigen schwer zu corrigierenden Unrichtigkeiten Anlass gab: in Fig. 2 sind die Zellen des Assimilationsgewebes viel zu dickwandig gezeichnet (von der Wiedergabe der Intercellularen habe ich von vornherein absehen zu sollen geglaubt); ebenso sind in Fig. 18 die Zellen des Leptoms zu starkwandig gezeichnet.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Schulze del.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 16.

Fig. 15.

Fig. 14.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 22.

Fig. 20.

Fig. 21.

Schulze del.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.